www.radio.ru

1•2023

# РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

С НОВЫМ ГОДОМ!

АНТЕННОЕ ПОЛЕ RC3W В ПОСЁЛКЕ КОСОРЖА




- *Регулятор мощности*
- *Генератор на модуле AD9833*
- *Двухдиапазонная УКВ-антенна*
- *E-ink-дисплей в метеостанции*

*...и ещё 12 конструкций*



# *Студенческий радиоклуб "Спорадик"*

В. ПИККИЕВ (RW3WW), г. Курск

(см. статью на с. 59)



# Студенческий радиоклуб "Спорадик"

В. ПИККИЕВ (RW3WW), г. Курск


Фото 10


Фото 14



Фото 3



Фото 4

Фото 2


Фото 15


Фото 5

(см. статью на с. 59)



## В НОМЕРЕ:



**На нашей обложке.** Студенческий радиоклуб "Спорадик" (см. статью на с. 59).

## ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

**БЮДЖЕТНЫЙ КОНТРОЛЛЕР**
**СВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ ПРИСТАВКА**
**КОММУТАЦИЯ МОЩНОЙ НАГРУЗКИ**
**УПРАВЛЯЕМ АВТОМОБИЛЬНЫМ КОМПРЕССОРОМ**

**Тираж журнала «Радио» № 12 сдан для рассылки подписчикам 05.12.2022 г.**



1•2023
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

12+

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ:
АНО «РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»
Зарегистрирован Министерством печати и информации РФ 01 июля 1992 г.
Регистрационный ПИ № ФС77-82030

**Главный редактор** В. К. ЧУДНОВ
**Редакционная коллегия:**
А. В. ГОЛЫШКО, А. Н. КОРОТОНОШКО, К. В. МУСАТОВ, И. А. НЕЧАЕВ (зам. гл. редактора), Л. В. МИХАЛЕВСКИЙ, С. Л. МИШЕНКОВ, О. А. РАЗИН

**Выпускающий редактор:** С. Н. ГЛИБИН
**Обложка:** В. М. МУСИЯКА
**Вёрстка**: Е. А. ГЕРАСИМОВА
**Корректор:** Т. А. ВАСИЛЬЕВА

**Адрес редакции:** 107045, Москва, Селивёрстов пер., 10, стр. 1
Тел.: (495) 607-31-18.
E-mail: **ref@radio.ru**
**Приём статей** — e-mail: **mail@radio.ru**
**Отдел рекламы** — (495) 607-31-18; e-mail: **advert@radio.ru**
**Распространение** — (495) 607-77-28; e-mail: **sale@radio.ru**
**Подписка и продажа** — (495) 607-77-28
**Бухгалтерия** — (495) 607-87-39

Наши платёжные реквизиты:
получатель — АНО "Редакция журнала "Радио", ИНН 7708187140,
р/сч. 40703810538090108833
Банк получателя — ПАО Сбербанк г. Москва
корр. счёт 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 25.12.2022 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объём 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная.
Подписной индекс:
Официальный каталог ПОЧТА РОССИИ — П4014;
КАТАЛОГ РОССИЙСКОЙ ПРЕССЫ — 89032.



Отпечатано в ОАО «Подольская фабрика офсетной печати»
142100, Моск. обл., г. Подольск, Революционный проспект, д. 80/42.
Зак. 04532-22.






В наступающем году тематика журнала останется прежней. На его страницах мы планируем размещать статьи уже известных авторов и новых, впервые публикующих описания своих разработок. Мы постараемся выбрать статьи, которые будут наиболее интересны всем нашим читателям. Вы также можете стать одним из авторов журнала "Радио".

Десять лет назад мы организовали подписку на электронную версию журнала "Радио" — копию традиционного "бумажного" издания в виде компьютерного файла формата pdf, который можно читать на персональных и планшетных компьютерах, ноутбуках и нетбуках. Сейчас в электронном виде доступны журналы за 2012—2022 гг. Продолжается подписка и на следующий год. Её стоимость на 12 месяцев — 900 руб. В случае оплаты через банк или какие-либо платёжные системы стоимость может быть больше на величину комиссии. Подписаться на электронную версию можно с любого месяца. Например, если это сделать с января 2023 г. и оплатить 900 руб., Вы получите № 1—12 за 2023 г. Для того чтобы оформить подписку на электронную копию, необходимо на нашем сайте по адресу **https://el.radio.ru** заполнить поля формы, указав в них год и номер, с которого Вы хотите получать журнал, фамилию, имя, отчество, дату рождения, почтовый адрес, адрес электронной почты и контактный телефон. Все эти данные необходимы для однозначной идентификации оплатившего подписку. После нажатия на кнопку "Оформить подписку" будет сформирована квитанция для оплаты подписки на электронную копию журнала на 12 месяцев в отделении Сбербанка России, которую следует распечатать и по ней произвести оплату. Оплатить по нашим реквизитам, указанным в квитанции, можно и через другие банки или платёжные системы. При оплате через платёжные системы обязательно указывайте свои фамилию, имя, отчество, а также год и номер, с которого Вы хотите получать журнал. Подписчикам на электронную копию журнала "Радио" необходимо ознакомиться с договором по адресу **https://el.radio.ru/oferta.pdf** на нашем сайте. После поступления денег на наш расчётный счёт Вы получите уведомление и будете получать номера по мере их выхода на адрес электронной почты, указанный при регистрации в поле "E-mail". Информацию о дате отправки очередного номера читайте на главной странице нашего сайта (**www.radio.ru**). Если у Вас появились или появятся вопросы по электронной копии журнала, присылайте на адрес электронной почты **zakaz@radio.ru** письмо с вопросом.

***Желаем всем читателям журнала "Радио" в наступившем году доброго здоровья, удачи и творческих успехов!***

***Редакция***

# Индустрия 5.0

**_А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва_**

> *"Многие мелочи стали важными вещами благодаря правильной рекламе".*
>
> **Марк Твен**

Оптимисты считают, что прямо сейчас мы живём в эпоху Индустрии 4.0, где производство именуется "умным" благодаря интеграции Интернета вещей (IoT), промышленного Интернета (IIoT), искусственного интеллекта (ИИ), киберфизических систем, а также облачных и когнитивных вычислений. Это связано с переходом на цифровые технологии, позволяющие принимать решения на основе получаемых в реальном времени данных о производственных процессах. В свою очередь, это позволяет снизить производственные издержки, повысить качество продукции, обеспечить быстрый выпуск товаров, соответствующих текущим запросам рынка.

Насколько это соответствует действительности, пессимисты могут убедиться, просто выглянув в окно или заглянув на какое-нибудь производство. Однако в мире всё же есть места, где всё перечисленное выше существует (хотя и не на самых высших стадиях развития) и помогает человечеству в меру описанного в концепции Индустрии 4.0. К примеру, общий центр обслуживания компании Ростелеком только что внедрил российскую систему Sherpa RPA (Robotic Process Automation) компании "Шерпа Роботикс" для роботизации бизнес-процессов. Платформа позволит повысить экономическую эффективность и снизить зависимость рутинных процессов от риска человеческой ошибки во всех сферах деятельности компании: от отдела кадров до финансового блока.

Итак, основным принципом промышленной революции 4.0 является создание сложных производственных цепочек с помощью интеллектуальных систем (с участием ИИ), которые контролируют всю цепочку создания готовой продукции (от получения сырья до готовой продукции), а также могут влиять друг на друга. Тем временем в отдельных местах промышленность продолжает развиваться с невероятной скоростью, что настоятельно требует сделать сотрудничество людей и машин ещё значительно более продуктивным.

Иначе говоря, на горизонте появилась Индустрия 5.0, которая, по мнению ряда устремлённых вдаль учёных, уберёт человеческий фактор из процесса производства и станет необходимой из-за высокой "индивидуальности" покупаемой продукции. В то время как главная проблема в Индустрии 4.0 — это автоматизация, Индустрия 5.0 предполагает синергию между людьми и автономными машинами. Это означает, что покупатель становится всё более требовательным к индивидуальным настройкам покупаемых механизмов именно под его конкретные требования. Другими словами, кастомизация (от англ. to customize — настраивать, изменять) настроек является важным фактором для современных потребителей. Собственно, все производители разделяют концепцию, согласно которой массовая кастомизация приносит огромную пользу бизнесу, поскольку позволяет сократить затраты. Однако для этого требуется точная информация о спросе, а также необходимо учитывать надёжность поставщика. Зависимость Индустрии 4.0 от специфики производства проявляется в тот момент, когда вы задумываетесь, на что следует потратить инвестиции, чтобы добиться массовой кастомизации, поскольку у каждого имеется на это свой ответ. И из массы ответов надо сформировать оптимальный.

Суть пятой промышленной революции не просто в персонализации, но и в массовости этого процесса. Даже если люди и раньше осознавали выигрышность стратегии на персонализацию предложения, им было сложно предоставить каждому клиенту персонального менеджера чисто физически. В условиях цифровизации можно дать каждому клиенту "цифрового робота", который поможет ему выбрать, записаться, напомнит о чём-то, он проинформирует, правильно направит процессы обслуживания клиента внутри компании, в городе или даже в государстве.

В целом Индустрия 5.0 ориентирована на людей, работающих вместе с роботами и интеллектуальными машинами. Наблюдаемый в ряде отраслей дефицит квалифицированной рабочей силы также создаёт идеальные условия для проникновения Индустрии 5.0 в производство. Роботы уже сейчас помогают людям работать более эффективно, а Индустрия 5.0 — это процесс сосуществования и взаимного обучения людей и машин. Вопрос даже не в ИИ, а в дополнении естественного человеческого интеллекта. Компании, которые первыми поймут это и развернутся лицом к потребителю, станут лидерами рынка. Во всяком случае, так считают приверженцы Индустрии 5.0. Ожидается, что в её рамках даже появится новая производственная роль — директор по робототехнике — Chief Robotics Officer (CRO). Это человек, разбирающийся в роботах и их взаимодействии с людьми, который будет нести ответственность за принятие решений о добавлении или удалении роботов из производственного цеха для достижения оптимальной производительности и эффективности.

В целом концепция Индустрии 5.0 описывает её как информационную систему, обеспечивающую планирование, регистрацию, переработку и отражение информации как минимум по трём измерениям элементов влияния: в сферах, поддерживающих и создающих продукт, в стадиях осуществления деятельности и в составе элементов управленческой деятельности. Она объединяет ключевые темы современного бизнеса по трём основным темам: проектное управление и цифровая экономика, развитие личности и компетенций, промышленный и бытовой Интернет.

Большинство производителей согласны с тем, что аналитика и прозрачность, обеспеченные киберфизическими системами, позволяют улучшить качество принимаемых решений. Однако пока далеко не все смогли решить эту задачу — во многом хотя бы потому, что создать полноценного цифрового двойника не так-то просто. Сложность окружающей среды затрудняет моделирование и управление. Как воспроизвести то, что постоянно меняется и развивается? Стандарты и операционная совместимость облегчают этот процесс, поскольку снижают затраты и сложность благодаря понятному плану действий.

Что же представляет собой Индустрия 5.0? На самом деле пока по этому вопросу нет единого мнения, что вызывает путаницу и разногласия. В частности, Европейская комиссия определяет основными целями Индустрии 5.0 устойчивое развитие, ориентированность на человека и устойчивость к внешним воздействиям. При этом подчёркивается, что "Индустрия 5.0 формирует образ промышленности, задачи которой не исчерпываются эффективностью и производительностью, и усиливает роль и вклад промышленности в развитие общества". Однако некоторые учёные считают, что Индустрия 5.0 вернёт работников в заводские цеха. А ещё в Индустрии 5.0 стираются границы между разными типами промышленных рабочих.





Индустрию 5.0 часто представляют, как новую эру или революцию, однако промышленные революции никогда не начинались и не завершались к определённой дате. Индустрию 4.0 и Индустрию 5.0 не следует рассматривать независимо друг от друга — переход между ними должен происходить естественно и непринуждённо. Более того, поскольку цели и ценности Индустрии 5.0 ещё не вполне чётко сформулированы, промышленность должна в первую очередь сосредоточиться на раскрытии всего потенциала Индустрии 4.0, который ещё не реализован полностью.

У концепции Индустрии 5.0 есть ещё одно следствие. Если мы говорим, что наша главная задача — объединить в одну систему людей и технологии, то становится возможным говорить о трансформации самого клиента в результате взаимодействия с компанией-поставщиком. Вооружившись технологиями, клиент сможет не просто удовлетворить свои потребности, он сможет стать другим, сможет приобрести новые качества и возможности, которых у него раньше не было. Для бизнеса это открывает возможность перейти не только в экономику впечатлений, но и наивысшую стадию эволюции бизнеса, описанную в некоторых научных работах — экономику трансформаций.

Экономика впечатлений — потребитель оценивает не реальную ценность продукта, а символическую, от товара или услуги важно получить эмоции и впечатления. Экономика впечатлений включает в себя следующие отрасли: культура, туризм, ресторанный, выставочный, музейный бизнесы. Выделяют четыре области впечатлений — развлечение, обучение, уход от реальности и эстетика. Заметим также, что если не будет какой-то другой реальной экономики, производящей хотя бы продукты питания, все потребители впечатлений перемрут от голода.

В 1998 г. предприниматели Джозеф Пайн и Джеймс Гилмор в журнале Harvard Business review опубликовали статью "Экономика впечатлений", где описали концепцию соответствующей модели. В следующем году они опубликовали уже книгу с аналогичным названием, где раскрыли логику развития классических экономических моделей, а затем предположили, что следующим этапом развития станет экономика трансформаций. По мнению Пайна и Гилмора, она будет удовлетворять потребность в самореализации — высшей ступени пирамиды потребностей по Маслоу.

Экономика трансформаций — это модель, при которой компании предоставляют персонализированные товары и услуги и производят именно то, что нужно отдельным клиентам. Причём это не просто алгоритмы нейросетей, которые предлагают персонализированный контент. Продукт должен способствовать личной трансформации пользователя — интеллектуальной, духовной, физической. Поэтому модель называется экономикой трансформаций, а не персонализаций.

Однако дело даже не только в удовлетворении каждого гипотетического потребителя. Приверженцы Индустрии 5.0 неоднородны в своих желаниях, и кое-кто понимает её как развитие так называемых человекоцентричных технологий, нацеленных на усиление физических возможностей человека, его творческого потенциала, интеллектуального потенциала, повышения качества и продолжительности жизни. Людям хочется от новых технологий сразу всего и желательно побольше. Вот, к примеру, человек придумывает новое, роботы исполняют. Принципы постоянного саморазвития и самообучения будут выходить на первый план для сотрудников производств. Корпоративные культуры будут строиться на поддержке образования, развития творческого и нешаблонного мышления работающего с роботами персонала. Ну а роботы будут подталкивать и дополнять этот бесконечный процесс развития. В целом похоже на идеальный сценарий некоей утопии хотя бы потому, что реальная жизнь может предложить множество некомфортных вариантов нешаблонного мышления, которые мало кому понравятся.

Одним из наиболее важных компонентов Индустрии 5.0 будет интерфейс человек-машина. Роботы будут учиться у людей, а люди получат выгоду от роботов, выполняющих задачи, которые люди не могут или не хотят выполнять в рамках производственных операций. Сочетание человеческого интеллекта с когнитивными способностями технологически продвинутого рабочего партнёра — мощная комбинация, предназначенная для достижения высоких результатов.

Кстати, в один прекрасный момент человек подключит свой мозг к Интернету и будет управлять устройствами вокруг себя мыслью. Появится универсальная среда, в которой люди и роботы смогут общаться через нейронные связи. И эту среду уже называют Нейронет (NeuroNet). Кто-то из футурологов ожидает, что однажды все сознания обитателей планеты сольются в одно, а кто-то видит в этом ключ к бессмертию индивидуумов. Впрочем, следить надо не за футурологами, а за руками тех, кто захочет что-нибудь контролировать.

Принцип работы Нейронета заключается в подаче нервных импульсов от мозга человека (или другого животного) к электронному устройству и обратно. Эта сеть в режиме реального времени создаёт возможность передачи от человека к машине любой информации — слов, образов, чувств, в том числе и бессознательных переживаний, которые будут обрабатываться ИИ. Таким образом, будет формироваться новый тип интеллектуальных устройств — органический компьютер. Гибрид естественного и ИИ значительно расширит возможности человеческого мозга и повысит его производительность. Органический суперкомпьютер позволит создать цифровую копию нашего мира, жизнь и работа в котором, возможно, станут для человека нормой.

Интересно, что концепция Индустрии 5.0 соседствует с концепцией Общество 5.0. Обе концепции относятся к фундаментальному сдвигу общества и экономики в сторону новой парадигмы. Концепция Общества 5.0 была представлена в Японии в 2016 г. Япония, кстати, встраивает аспекты цифровизации, главным образом на уровне отдельных организаций и частей общества, в полноценную национальную стратегию трансформации, политику и даже философию.

Первые два Общества соответствуют доиндустриальным периодам (до конца XVIII века) и связаны, соответственно, с охотой, собирательством и сельским хозяйством.

Общество 3.0 является индустриальным обществом и более или менее соответствует периоду первой, второй и частично третьей промышленных революций.

Общество 4.0 характеризуется преобладанием информации, оно эволюционировало от сильно оцифрованной версии третьей промышленной революции до сегодняшнего дня.

Общество 5.0 пытается сбалансировать экономическое развитие с решением социальных и экологических проблем. Оно не ограничивается производственным сектором, но решает более серьёзные социальные проблемы, основанные на интеграции физического и виртуального пространств. Это общество, в котором передовые информационные технологии, IoT, роботы, ИИ и дополненная реальность активно используются в повседневной жизни, промышленности, здравоохранении и других сферах деятельности, в первую очередь, не для экономической выгоды, а для выгоды и удобства каждого гражданина.

Больше половины жителей планеты обитают в городах, и, к примеру, в Японии этот показатель составляет 92 %. Япония, кстати, уже строит "умные" кварталы на основе инициированной правительством программы Общество 5.0. В её основе — идея развития смарт-городов, ориентированных на человека.

Кстати, интересно, что подход, ориентированный исключительно на прибыль, считается всё более несостоятельным. В глобализованном мире узкая ориентация на прибыль не позволяет правильно учесть экологические и социальные издержки и выгоды. Чтобы промышленность стала источником истинного процветания, определение её истинной цели должно объединять экологические и социальные аспекты. Это включает в себя ответственные инновации, не только в первую очередь направленные на повышение рентабельности или максимизации прибыли, но и на повышение благосостояния всех участников: инвесторов, рабочих, потребителей, общества и окружающей среды.

Подход, ориентированный на человека, в промышленности ставит основные человеческие потребности и интересы в центр производственного процесса. Вместо того, чтобы спрашивать, что мы можем сделать с новыми технологиями, мы спрашиваем, что они могут сделать для нас. Вместо того, чтобы просить отраслевого рабочего адаптировать свои навыки к потребностям быстро развивающейся технологии, ставится задача использовать технологии для адаптации производственного процесса к потребностям работника, например, чтобы направлять и обучать его. Это также означает обеспечение того, чтобы использование новых технологий не ущемляло основных прав работников, таких как право на неприкосновенность частной жизни, автономию и человеческое достоинство.

Чтобы промышленность "уважала" планетарные границы, она должна быть устойчивой. Для этого необходимо разработать циклические процессы, позволяющие повторно использовать, перенаправлять и перерабатывать природные ресурсы, уменьшать отходы и воздействие на окружающую среду. Устойчивость означает сокращение потребления энергии и выбросов парниковых газов, чтобы избежать истощения и деградации природных ресурсов, обеспечить потребности сегодняшних поколений, не подвергая опасности потребности будущих генераций.

Геополитические сдвиги и естественные кризисы, такие как пандемия COVID-19, подчеркнули хрупкость нынешнего подхода к глобализированному производству. Его следует сбалансировать за счёт развития достаточно устойчивых стратегических цепочек создания стоимости, адаптируемых производственных мощностей и гибких бизнес-процессов, особенно в случаях, когда цепочки создания стоимости служат основным человеческим потребностям, таким как здравоохранение или безопасность.

Ядро концепции Индустрии 5.0 определяют так: Индустрия 5.0 признает силу промышленности в достижении социальных целей, выходящих за рамки создания и роста числа рабочих мест, чтобы стать устойчивым источником процветания, заставляя производство уважать границы нашей планеты и помещая благополучие работника в центре производственного процесса. Автономная рабочая сила будет восприимчива и информирована о человеческих намерениях и желаниях. Человечество будет работать вместе с роботами не только без страха, но и со спокойствием, зная, что их коллеги-роботы адекватно понимают их и способны эффективно с ними сотрудничать. Это приведёт к исключительно эффективному производственному процессу с добавленной стоимостью, процветанию надёжной автономии и уменьшению отходов и связанных с производством затрат. Ну а про неадекватное понимание роботами своих коллег-людей можно только догадываться.

Очевидно, в этом месте читателю, вдохновлённому видением счастливого будущего, захочется смахнуть набежавшую слезу, но ему следует напомнить, что приверженцы всего "зелёного" и "справедливого" только что погрузили европейскую территорию в энергетический кризис, поэтому все дифирамбы счастливому будущему на волнах Индустрии 5.0 и Общества 5.0 пока кажутся преждевременными.

Смещение акцента с технологического прогресса на полностью ориентированный на человека подход приведёт к тому, что промышленность должна учитывать социальные ограничения, стремясь никого не оставить позади. Это будет иметь ряд последствий, касающихся безопасной и благоприятной рабочей среды, уважения прав человека и требований к квалификации работников. Работник в Индустрии 5.0 рассматривается не как "стоимость", а как "инвестиционная" позиция для компании, позволяющая компании и работнику развиваться. В Индустрии 5.0 технология служит людям, а не наоборот.

В этом месте хорошо бы прерваться, чтобы вспомнить труды основоположников марксизма-ленинизма и что именно они говорили о развитом капитализме и прибавочной стоимости. И заодно вспомнить песни времён развитого социализма: "...может главным конструктором стать современный рабочий!". Иначе говоря, есть подозрение, что приверженцы Индустрии 5.0 и Общества 5.0 заняты больше построением социализма, нежели индустрии.

А ещё ожидания масс связаны с тем, что, мол, во времена Индустрии-Общества 5.0 с помощью Нейронета будет решена главная задача — каждый член нейронет-коллектива станет гением, черпающим информацию из общего информационного котла с помощью этакой нейротелепатии, т. е. не через индивидуальное развитие человека, а через объединение навыков разных людей. И желательно без утруждения себя. Кстати, учёных-психиатров должна заинтересовать роль в подобных коллективных "обменах разумом", к примеру, банальных дураков — воспринимать информацию с пользой им будет трудно, и дать что-либо полезное (к примеру, человекоориентированному производственному процессу) они вряд дли смогут.

Как говорят основоположники нового технологического учения, промышленная революция № 5 произойдёт, когда три её основных элемента: интеллектуальные устройства, интеллектуальные системы и интеллектуальная автоматизация полностью сольются с физическим миром в сотрудничестве с человеческим интеллектом. С другой стороны, даже текущие достижения в области глубокой стимуляции мозга не только позволяют отслеживать настроение и эмоции, но и открывают большие возможности для манипуляций с разумом (как со стороны ИИ, так и вполне себе естественных интересантов). И это открывает на пути Общества 5.0, помимо всеобщего счастья, ещё и "Ящик Пандоры". Причём в разных вариантах.

А теперь немного конспирологии. Обложки одного из самых влиятельных изданий мира британского еженедельника The Economist (выходит с 1843 г.), как известно, всегда дают пищу для размышлений. Особенно, если не упускать из внимания тот факт, что журнал принято считать рупором Ротшильдов, старейшего финансового клана планеты. Кстати, еженедельный тираж издания составляет 1,5 млн экземпляров. Так вот, на обложке журнала за май 2002 г. изображён человек с таймером на лбу. Текущее положение на шкале таймера — май 2002 г. Через 18 делений-лет (т. е. в 2020 г.) на таймере начинается красная зона, удивительно точно совпадающая с известным мировым психозом ковидобесия № 19 и продолжающаяся до 2030 г. Над головой человека с таймером размещена надпись: "Будущее контроля над разумом". Иначе говоря, 20 лет назад кто-то уже спрогнозировал достижение тотального контроля над человеческим разумом к 2030 г. Ну а там, видимо, недалеко уже до неприкосновенности частной жизни, автономии и человеческого достоинства.

Впрочем, чтобы понять, будет ли указанный выше контроль в обмен на удобства основным признаком Общества 5.0 с сопутствующей индустрией, осталось подождать совсем немного...

*По материалам* ***industry5.ru/koncept, elenergi.ru, hse.ru, evercare.ru, zavtra.ru, b-mag.ru, ik555.ru, it-week.ru, forbes.ru, tadviser.ru, kommersant.ru/hitech, newizv.ru, comnews.ru.***



РАДИО® НАУКА И ТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

# Радиолокация: идеи и методы

**В. СЕРОПЕГИН, канд. техн. наук, г. Королёв Московской обл.**

*"Наука всегда оказывается не права. Она не в состоянии решить ни одного вопроса, не поставив при этом десятка новых".*

**(Джордж Бернард Шоу)**




Идея радиолокации состоит в использовании явления отражения радиоволн от объектов, находящихся на определённом расстоянии от точки приёма для определения их пространственных координат.

Явление отражения радиоволн было экспериментально обнаружено в 1886 г. Генрихом Герцем при проведении им знаменитых опытов, подтвердивших справедливость теории Джеймса Максвелла, который в 1864—1868 гг. заложил основы классической электродинамики [1—3].

Явление отражения радиоволн с разной длиной волны от зеркальных и шероховатых поверхностей изучали многие физики, в частности выдающийся отечественный учёный Пётр Николаевич Лебедев (1866—1912 гг.).

В 1897 г. при проведении опытов по радиосвязи на Балтийском море явление отражения радиоволн от корабля наблюдал Александр Степанович Попов. Он отметил возможность применения электромагнитных волн для пеленгации маяков.

Первым, кто публично чётко высказался о возможности создания радиолокационных систем, был, по-видимому, знаменитый изобретатель XX века Никола Тесла. В 1917 г., в конце Первой мировой войны, он предложил применять радиоволны для обнаружения подводных лодок, находящихся под водой, наблюдая отражённый сигнал на флуоресцентном экране.

Вот некоторые из технических решений и идей, лежащих в основе радиолокации в двадцатом веке. Многие из них долгие годы были засекречены.

## Станции определения высоты ионосферных слоёв

Важные работы, приведшие к созданию радиолокационной техники, связаны с измерением высоты слоёв ионосферы, отражающих радиоволны.

Первые практические применения радиоволн для измерения расстояния до объектов (измерение высоты ионосферных слоёв над Землей) выполнены в 1925 г. Эдуардом Виктором Эплтоном в Англии при использовании сигналов с линейной частотной модуляцией и Мэрлом Тьювом в США с импульсными сигналами.

## Метод радиолокации с непрерывными сигналами

Наблюдения, приведшие к изобретению радиолокатора доплеровского типа, были сделаны в 1930 г. исследователем Лоуренсом Хайлендом из лаборатории ВМФ США. Он наблюдал интерференцию прямой и отражённой волн от пролетавшего самолёта и понял, что вследствие доплеровского сдвига частоты отражённого сигнала относительно излучаемого передатчиком на выходе приёмника появляются биения, дающие возможность обнаружения движущегося объекта. Им был получен первый патент на такую радиолокационную станцию (РЛС).

На ранней стадии развития радиолокации исследователи работали почти исключительно с непрерывными, а не с импульсными сигналами. При этом движущиеся объекты обнаруживались по доплеровскому сдвигу частоты. Причиной этому было то, что радиотехника того времени была наиболее подготовлена к реализации именно такого метода радиолокации. Уже имелись передатчики, которые могли быть использованы для излучения узкополосных непрерывных сигналов, а также узкополосные приёмные устройства. На **рис. 1** представлена схема простейшей доплеровской радиолокационной станции. Радиолокатор в этом устройстве излучает сигнал на частоте f0, а принимает сигнал с частотой f0 + fd или f0 – fd, где fd — доплеровский сдвиг отражённого от самолёта сигнала. В усилителе с фильтром выделяются сигналы доплеровской частоты, которая составляет от нуля до сотни герц. Для индикации использовали головные телефоны или частотомеры. Направление, с которого двигались вражеские самолёты, определялось с помощью направленных антенн.

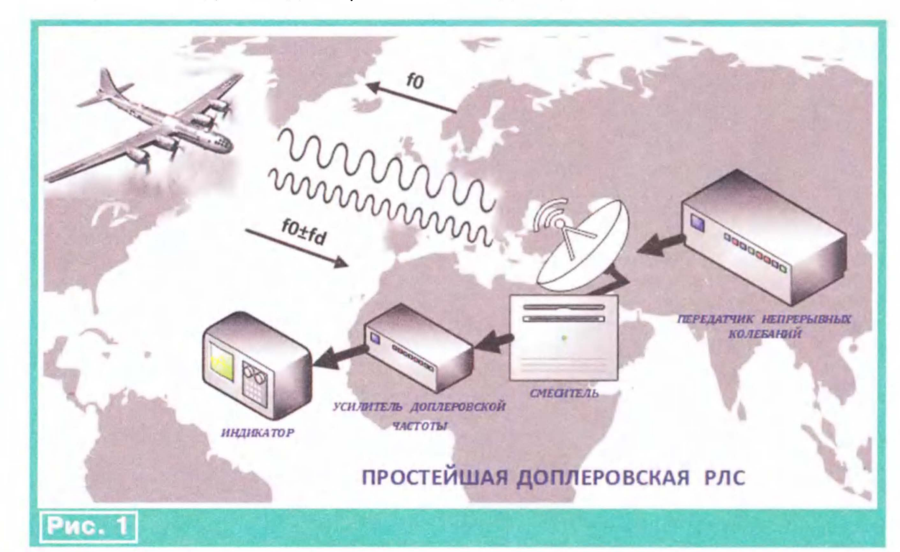



Рис. 1

В СССР первая такая установка была разработана в 1934 г. под руководством Ю. К. Коровина, а в 1939 г. после усовершенствования стала выпускаться промышленностью под названием РУС-1 (РУС — радиоулавливатель самолётов).

Для повышения помехоустойчивости приёма сигналов, когда диапазон частот, в котором лежит доплеровский сдвиг, достаточно широк, в доплеровских РЛС использовался набор узкопо-

лосных фильтров (**рис. 2**). В нижней части рисунка показаны возможные положения АЧХ фильтров. Недостатком доплеровской РЛС являлось то, что она не давала возможности определить дальность до цели и число целей. Доплеровские радары нашли применение, в частности, в радиолокационных взрывателях.

## Многочастотные радиолокационные станции

В 1930—1932 гг. отечественные учёные академики Л. И. Мандельштам и Н. Д. Папалекси предложили радиоинтерференционный метод определения расстояния до объекта с использованием многочастотного зондирующего сигнала. В системах с такими сигналами измерение расстояния сводится к измерению разности фаз между частотными составляющими этого сигнала. С помощью этого метода ими была с высокой точностью измерена скорость распространения радиоволн вдоль поверхности Земли. Первые образцы таких радиодальномеров были разработаны в СССР в 1935—1937 гг. На **рис. 3** показана схема РЛС, в которой для измерения дальности до объекта используется двухчастотный сигнал. Здесь на выходе фазового детектора образуется сигнал, пропорциональный разности фаз этих сигналов, по которой можно рассчитать расстояние до объекта.

Недостатком РЛС этого типа является то, что для него имеется ограничение максимальной дальности. Другой недостаток — они позволяют определить дальность только до одной цели.

## Радиолокация с помощью излучения импульсных сигналов

Импульсные РЛС стали разрабатываться только во второй половине тридцатых годов, так как для них необходимо было создать новую аппаратуру: передатчики с большой пиковой мощностью и короткими импульсами (1...10 мкс). Для этого были необходимы:

1. Новые электронные приборы, способные генерировать мощные импульсные сигналы на высоких частотах.
2. Широкополосные приёмные устройства, позволяющие принимать радиоимпульсы малой длительности без искажения их формы.
3. Для индикации цели необходимы были быстродействующие осциллографы.

Несмотря на сложность решения технических задач, импульсный метод радиолокации был освоен и на многие годы стал основным в радиолокационных системах.

В основе идеи импульсной РЛС лежит то, что для определения расстояния до цели измеряют время, в течение которого излучённый передатчиком РЛС электромагнитный импульс дойдёт до облучаемого объекта и, отразившись, вернётся к приёмнику РЛС. Для определения этого времени в РЛС использовались индикаторы кругового обзора на электронно-лучевых трубках. Измерив время $\Delta t$, расстояние до объекта можно было определить по формуле

$$R=(c \cdot \Delta t)/2,$$

где c — скорость света.

Первая импульсная РЛС была разработана в США в 1934 г. по предложению Лео Юнга (лаборатория ВМФ США). Это была двухпозиционная РЛС, где для передачи и приёма сигналов использовались разнесённые антенны. Разнесение уменьшало уровень помех от передатчика при приёме отражённых сигналов.

В 1935 г. начались работы по созданию двухпозиционных импульсных РЛС в СССР — в Ленинградском физико-техническом институте (ЛФТИ). На **рис. 4** показаны упрощённая схема импульсной РЛС и два типа индикаторов круго-

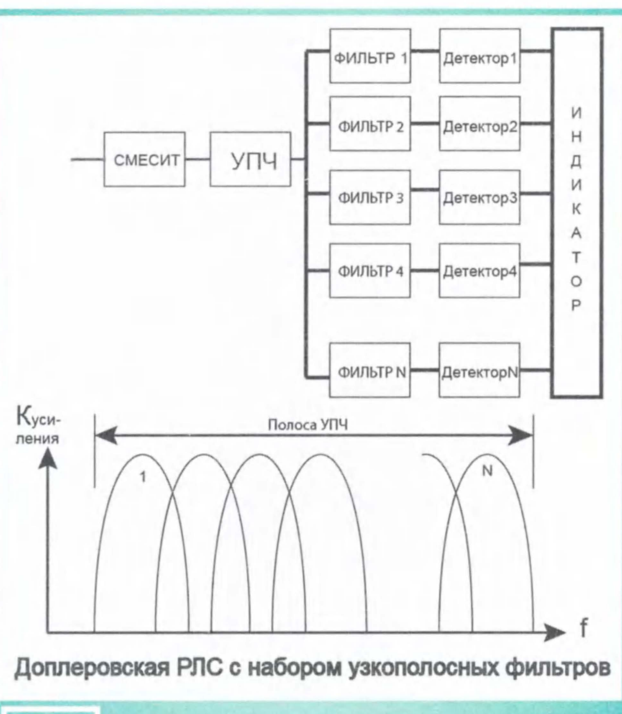
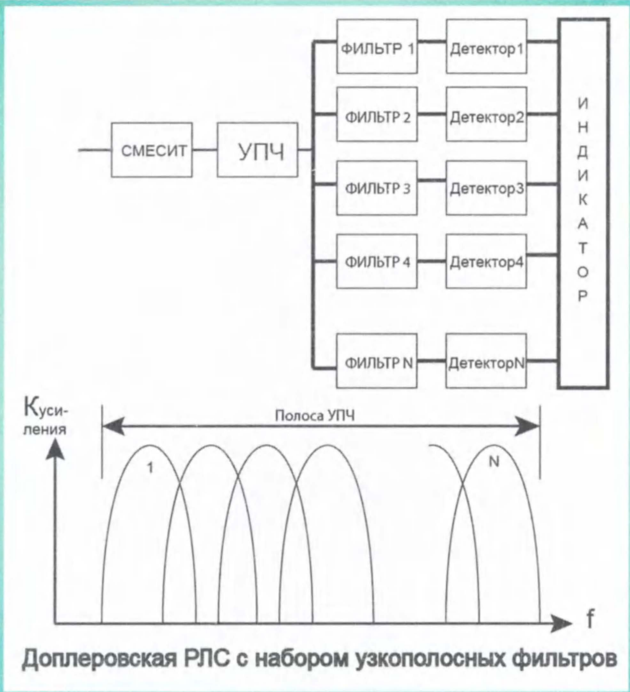
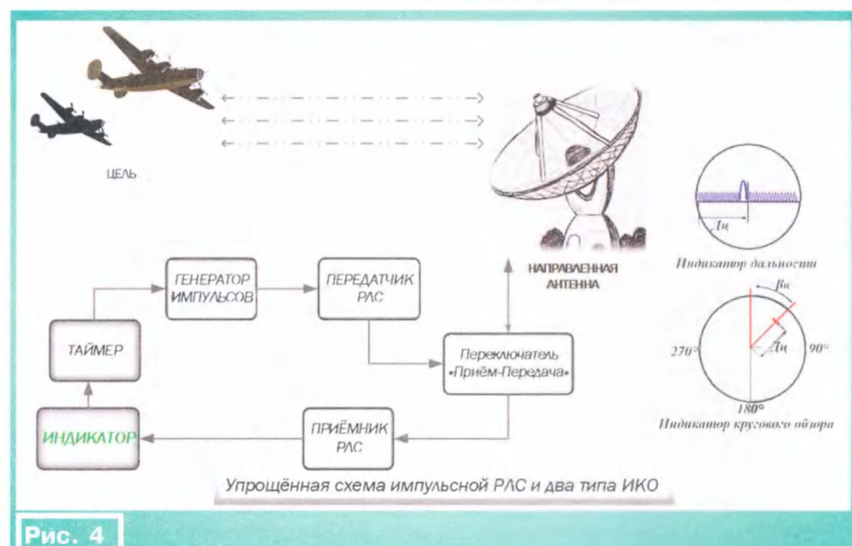



Рис. 2



Схема РЛС, в которой используется 2-частотный сигнал

Рис. 3



Упрощённая схема импульсной РЛС и два типа ИКО

Рис. 4



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

вого обзора (ИКО), на экранах которых можно было определить дальность до цели. В импульсной РЛС, показанной на рис. 4, применена одна антенна, к которой тракт передачи подключается только на время действия импульсного передатчика, а остальное время к этой антенне подключён приёмник. Это переключение осуществляется с помощью специального переключателя "приём-передача". Его изобретение сыграло большую роль в развитии РЛС, поскольку применение в них одной антенны для приёма и передачи упростило аппаратуру. Это позволило создавать мобильные станции для войск ПВО морских кораблей и самолётов.

Индикатор кругового обзора для РЛС был изобретён в 1934 г. в Англии и в 1937 г. в США.

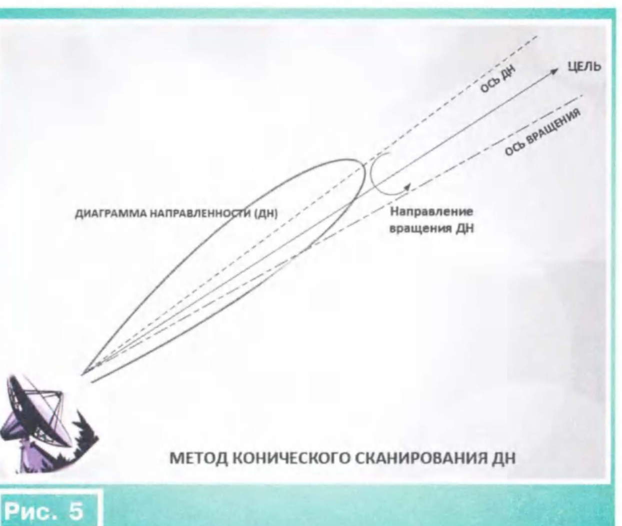


Рис. 5

## Системы радиолокационного сопровождения целей

Важная задача радиолокации, решаемая с помощью антенной техники, — точное измерение угловых координат наблюдаемых объектов и их сопровождение по этим координатам. Для этого могут быть применены антенны с очень узкими диаграммами направленности (ДН) как в азимутальной, так и в угломестной плоскости. Однако на самых первых этапах развития радиолокационных систем использовались достаточно длинные волны (λ = 10...15 м), на которых реализовать антенны с такой ДН было весьма сложно. Как альтернатива, в 1930-е годы для сопровождения цели с высокой точностью стали применяться два метода — разностный метод (метод последовательного переключения ДН) и метод конического сканирования ДН. Первый из них основан на формировании ДН с двумя лучами в двух плоскостях (азимутальной и угломестной) и последовательным их переключением.

Логичное развитие метода последовательного переключения диаграмм направленности — метод её конического сканирования, при котором луч антенны непрерывно вращается вокруг оси вращения (равносигнального направления антенны) (**рис. 5**).

Если направление прихода отражённого сигнала не совпадает с равносигнальным направлением, уровень принимаемого сигнала оказывается модулированным с частотой вращения антенны.

Огибающая этой модуляции выделяется из принятого отражённого сигнала и подаётся на управляющую следящую систему, непрерывно поворачивающую антенну в направлении на цель. Метод конического сканирования ДН, как более простой, нашёл широкое применение в РЛС.

Эти методы одним из первых применил в 1937 г. отечественный учёный Б. К. Шембель при разработке радиопеленгатора "Буря".

Метод равносигнальной зоны использовался в первых германских РЛС Seetakt и Freya, принятых на вооружение в армии в 1937 г. В июле 1939 г. в Германии была разработана система огневого наведения "Варцбург", в которой для наведения на цель был применён метод конического сканирования ДН.

Система конического сканирования имела недостатки по точности наведения за счёт флуктуаций эффективной площади рассеяния цели и интерференции полезного сигнала из-за прихода нескольких лучей.

В 1943 г. американский учёный Роберт Пейдж изобрёл моноимпульсный метод определения угловых координат целей, обладавший гораздо большей точностью, чем это было возможно с использованием ранее предложенных методов. В моноимпульсных РЛС угловые измерения производятся на основе одного отражённого импульса, а не многих, и поэтому амплитудные флуктуации последовательности отражённых сигналов не оказывают воздействие на точность сопровождения.

Информацию об угловой ошибке получают, применяя одновременно несколько лучей сложной ДН или её конического сканирования, в которой лучи отражённых сигналов последовательно занимают в пространстве различные положения (**рис. 6**). На рисунке показана схема канала измерения одной из угловых координат цели в моноимпульсной РЛС.

В ней сигналы, принятые антенной в одной из плоскостей, складываются и вычитаются в волноводном мосту, образуя сигналы Ec и Ep. Суммарный сигнал после усиления поступает на вход амплитудного детектора, на выходе которого формируется сигнал дальности.

В фазовом детекторе по сигналам Ec и Ep осуществляется формирование оценки угловой координаты и сигнала ошибки наведения антенны.

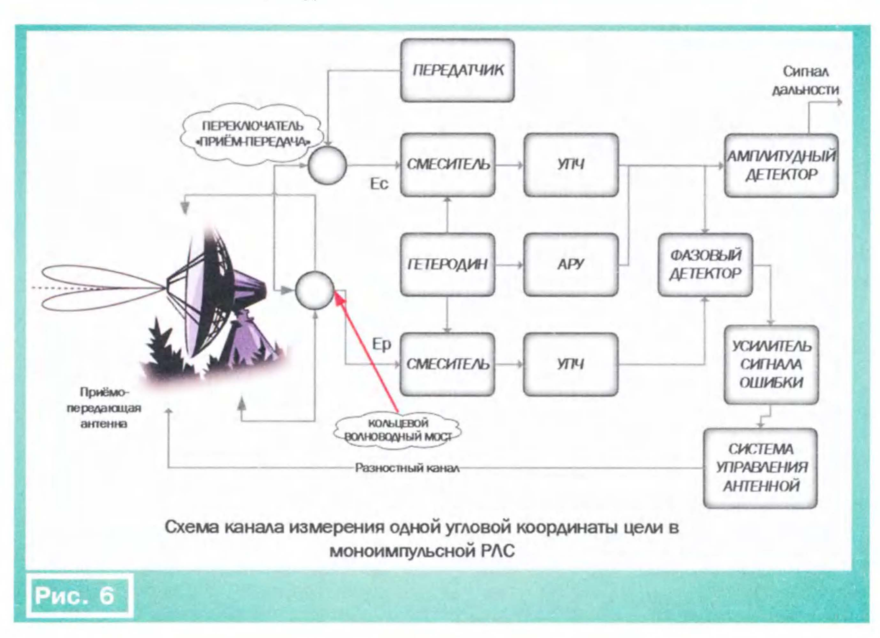


Рис. 6

Полная схема должна содержать два канала измерения угловых координат цели — её азимута и угла места. Первая моноимпульсная РЛС производилась в США с 1958 г.

## Система селекции движущихся целей

Одна из сложных проблем, возникавших при применении импульсных РЛС, — выделение движущихся целей на фоне отражений от неподвижных объектов.

В 1943 г. после налёта англичан на Гамбург с применением пассивных помех в виде массового выброса металлических лент, создающих ложные цели, что привело к полному разрушению города из-за блокирования системы ПВО, немецкими инженерами был создан первый селектор движущихся

РАДИО®
НАУКА И ТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

целей (СДЦ). Селектор, основанный на эффекте Доплера, позволял выделить движущиеся цели на фоне неподвижных. На **рис. 7** показана схема простейшего СДЦ, в котором перед индикатором установлен блок, компенсирующий помехи от неподвижных и малоподвижных объектов. В нём имеется линия задержки на время, равное длительности T между соседними излучаемыми импульсами. Она вместе с вычитающим устройством образует гребенчатый фильтр, подавляющий все составляющие сигнала на нулевой частоте и на частотах, кратных 1/T. Так осуществляется подавление всех сигналов, отражённых от неподвижных объектов. Если же принимаемые импульсы отражены от движущихся объектов и имеют относительно переданных доплеровский сдвиг по частоте, то их амплитуды не постоянны от импульса к импульсу, и на выходе вычитающего устройства остаётся нескомпенсированный остаток, представляющий собой двухполярный видеосигнал. Для яркостной модуляции экрана ИКО этот видеосигнал преобразуется в однополярный с помощью двухтактного детектора. В современных РЛС используются более сложные гребенчатые фильтры.

В современных доплеровских РЛС операции обработки принимаемых сигналов выполняются с помощью цифровых сигнальных процессоров с использованием высокопроизводительного алгоритма быстрого преобразования Фурье.

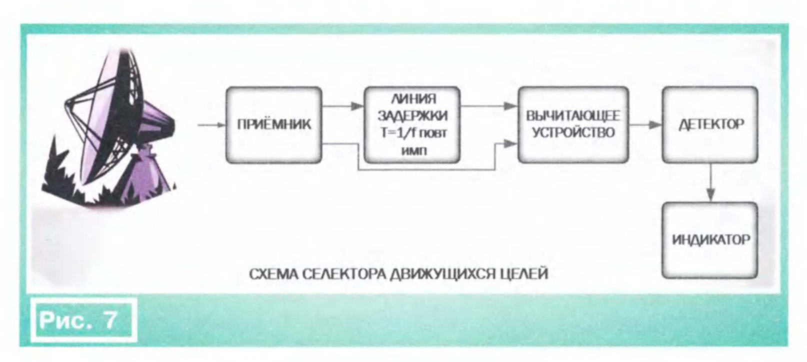


Рис. 7

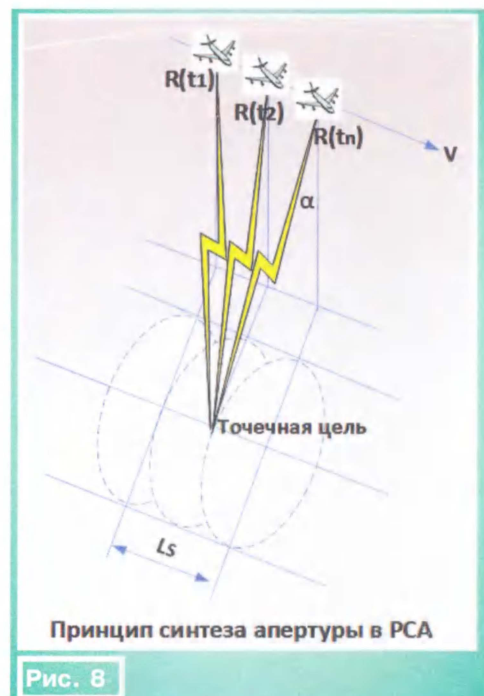


Рис. 8

## Радиолокационные станции бокового обзора

В годы войны самолётные РЛС союзников, работавшие в диапазоне 3 ГГц и имевшие узконаправленные антенны, могли наблюдать на экране ИКО контуры местности, над которой летел самолёт. Для повышения разрешающей способности самолётных РЛС нужно было применять антенны с весьма узкой диаграммой направленности. Однако обычные методы антенной техники требовали для этого значительных размеров, такие антенны установить на самолётах практически невозможно. В 1951 г. американский инженер Карл Уайли изобрёл метод получения изображения поверхности Земли с высоким разрешением с помощью бокового обзора с синтезированной апертурой (РСА). В пятидесятых годах это направление радиолокационной техники разрабатывалось в СССР под руководством члена-корреспондента Академии наук А. П. Реутова.

При использовании РСА (**рис. 8**) участки Земли облучаются зондирующими сигналами с борта летательного аппарата (ЛА). Отражённые сигналы принимаются антенной ЛА, которая перемещается вместе с ним. В момент $t_1$ приходит первый, отражённый от цели импульс, а в момент $t_n$ — последний. На ЛА производится обработка импульсов, принятых за время $\Delta t = t_n - t_1$. В течение этого времени антенна перемещается в пространстве на расстояние Ls, которое называют длиной синтезированной апертуры.

Радиолокатор бокового обзора, обладая высокой разрешающей способностью, позволяет составлять карты местности, которые по качеству и детальности сравнимы с аэрофотоснимками, но, в отличие от последних, могут быть получены при отсутствии оптической видимости земной поверхности при полёте ночью и над облаками. Радиолокатор с синтезированной апертурой стали использовать в военной авиации, в основном, для разведывательных целей.

## Многопозиционные радиолокационные системы

В СССР в самом начале 1934 г. по инициативе управления ПВО была предложена многопозиционная система, в которой имелся один мощный передатчик непрерывных колебаний и большое число расположенных вокруг него в отдалении приёмных станций.

Излучаемые сигналы должны были облучать всё пространство вокруг передатчика, а приёмные станции с направленными антеннами должны были определять координаты самолёта по отношению к определённому пункту. Было предложено развернуть работы по созданию двух многопозиционных систем "Вега" и "Конус". Для реализации этих предложений по приказу заместителя наркома обороны М. Н. Тухачевского в конце 1934 г. при УПВО было создано специализированное КБ. На **рис. 9** представлена схема системы "Вега". Аппаратура была создана в конце 1936 г., однако её испытания не состоялись. Одной из причин этого стал арест по ложному обвинению одного из разработчиков системы П. К. Ощепкова, который был осуждён и в 1937 г. отправлен в заключение.

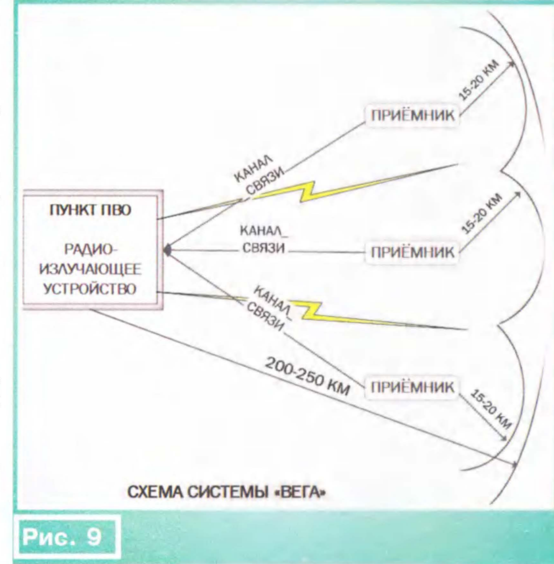


Рис. 9

В течение нескольких десятилетий РЛС, созданные после 1960 г., были однопозиционными, имевшими совмещённые передающие и приёмные устройства и общую антенну. В таких системах информация о цели извлекалась из небольшого участка электромагнитного поля, принятого апертурой антенны. Такие модели обладали повышенной уязвимостью в боевых условиях, поскольку дислокация передатчи-

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ка легко устанавливалась для создания помехи. Кроме того, применение малозаметных самолётов, построенных по технологии стелс, а также противорадиолокационных крылатых ракет с предельно низкими высотами полёта существенно снижало боевую эффективность систем ПВО, в которых традиционно использовались однопозиционные РЛС. Поэтому с 1960-х гг. у специалистов возродился интерес к двух- и многопозиционным РЛС (МПРЛС), в которых излучение зондирующих импульсов для подсвета целей осуществляется одной или несколькими передающими радиолокационными станциями. Для приёма же всегда используется несколько станций, разнесённых в пространстве на определённой территории. Кроме того, приём отражённых от целей сигналов несколькими РЛС, находящимися на данной территории, позволяет повысить точность определения как пространственных координат, так и скорости цели.

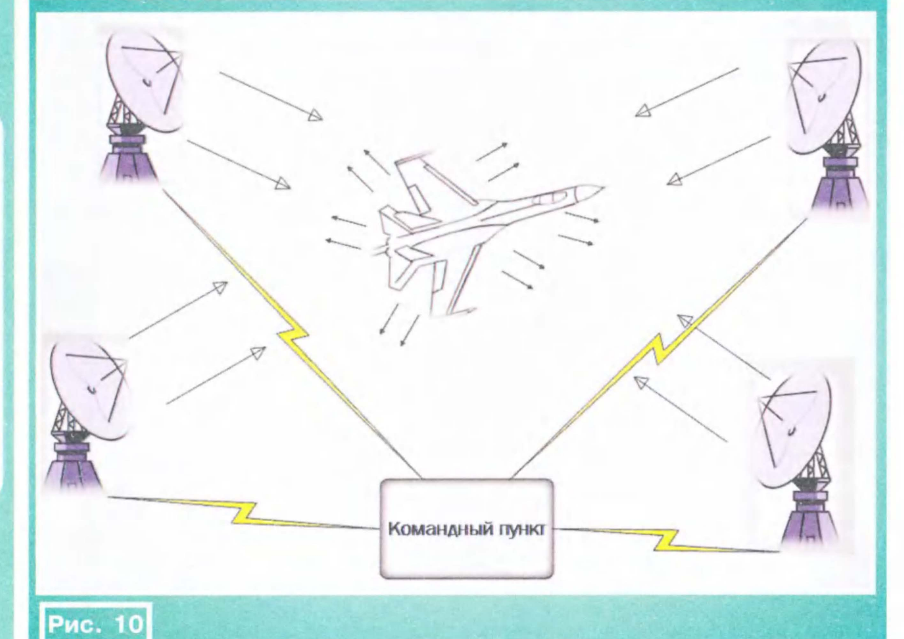


Рис. 10

Процедура радиолокационных измерений включает в себя создание с помощью передатчиков сплошного радиолокационного поля, отражение радиосигналов от цели в зоне ответственности МПРЛС, их приём и получение данных единичных замеров на каждой приёмной позиции, передачи этих данных по радиоканалу на командный пункт (КП), где осуществляется идентификация целей, вычисление координат и скоростей целей, построения трассы, а также отображение целей на электронной карте местности. С КП осуществляется также управление положением передающей и приёмной антенн системы МПРЛС так, чтобы их ДН пересекались в пространстве. Это необходимо для непрерывного введения наблюдения за обнаруженными целями.

За счёт большого числа передающих позиций и их разнесения в пространстве с приёмными позициями МПРЛС обеспечивает принципиально лучшую выживаемость в боевых условиях.

В МПРЛС были решены сложные технические проблемы, связанные с когерентной обработкой сигналов в разнесённых приёмных позициях и синхронизацией передающих и приёмных устройств. Применение МПРЛС даёт возможность существенно увеличить максимальное число целей, которое с помощью РЛС можно наблюдать в течение определённого интервала времени.

Ещё более высокие характеристики обнаружения целей и измерения их параметров достигаются в системе, показанной на **рис. 10**. В такой системе на каждой позиции принимаются не только сигналы, излучённые передатчиком РЛС, расположенным на этой же позиции, но и отражённые от цели сигналы, излучённые передатчиками РЛС, расположенными на других позициях. В этой системе данные измерений каждой РЛС по линии связи также поступают для обработки на КП.

Подобная описанной, в 2012 г. во ВНИИРА (концерн "Алмаз-Антей") была создана современная система МПРЛС "Мера", установленная в аэропорту Пулково для организации наблюдения за воздушным пространством в районе Санкт-Петербурга. Эта система имеет высокую точность измерений координат самолётов, особенно на больших расстояниях. Она предназначена для применения как в небольших, так и в крупных аэропортах, а также в местах со сложным рельефом местности.

## Фазированные антенные решётки

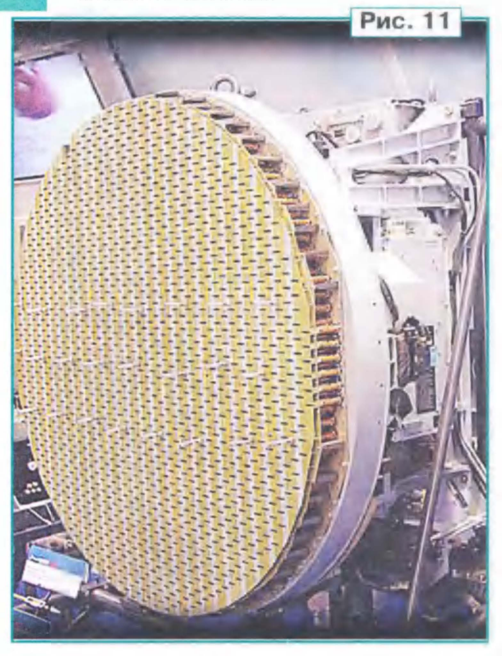
К разработке фазированных антенных решёток (ФАР) для РЛС приступили в середине пятидесятых годов.

Применение антенны с механическим сканированием пространства существенно ограничивало скорость наблюдений, что, в свою очередь, снижало эффективность применения РЛС для обнаружения множества быстро движущихся целей. Нужны были другие антенны, имевшие несколько лучей, изменение положения которых в пространстве осуществлялось бы с помощью электронных методов. Такой системой стала ФАР. Она представляет собой ряд антенных излучателей (**рис. 11**), в которых относительные фазы сигналов изменяются так, что эффективное излучение антенны усиливается в одном желаемом направлении и подавляется во всех остальных направлениях. Такие антенны позволяют:

1. Формировать остронаправленные ДН, позволяющие определять угловые координаты источника излучения.
2. Изменять направление луча неподвижной антенны, осуществляя быстрое сканирование.
3. Управлять в определённых пределах формой ДН — изменять ширину луча, уровень боковых лепестков и т. д.
4. Повысить скорость обзора пространства на порядки.

В СССР первые работы по созданию ФАР для РЛС были выполнены в Ленинградском электротехническом институте (ЛЭТИ) в 1954—1955 гг. под руководством выдающегося отечественного конструктора антенной техники профессора Ю. Я. Юрова. В качестве управляемых фазовращателей в них использовались ферритовые стержни, расположенные по оси волновода.

Более совершенные ФАР с электронным сканированием стали применяться позже. В новых ФАР было возможно с большой скоростью управлять фазами сигналов, подаваемых на отдельные элементы антенны.


Рис. 11

Для этого в них широко использовались фазовращатели на основе ферритов и полупроводниковых элементов с

РАДИО® НАУКА И ТЕХНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

быстродействием порядка микросекунд и небольшими потерями мощности.

Наилучшими возможностями управления характеристиками обладают активные ФАР, в которых к каждому излучателю подключён управляемый по фазе передатчик или приёмник. В приёмниках совместная обработка сигналов, принятых отдельными элементами, позволяет получить более полную информацию об источниках излучения.

В конце восьмидесятых годов полностью управляемая электроника высокой сложности использовалась, главным образом, в больших стационарных РЛС, а также в РЛС крупных кораблей ВМФ. Разработка монолитных интегральных схем открыла широкие перспективы для создания ФАР для самолётных РЛС. Новая технология позволила значительно снизить стоимость твердотельных приёмных и передающих модулей для фазированных антенных решёток.

## Разработки РЛС типа MIMO

Одной из новых и перспективных технологий в области телекоммуникаций, выдвинутых в самом конце XX века, стала технология передачи и приёма сигналов, получившая название MIMO (Multiple Input Multiple Output — множественный вход множественный выход).

Первая публикация о новом типе радиолокаторов, разработанных французскими специалистами на основе технологии MIMO [4], появилась в 1984 г. (**рис. 12**). Эта радиолокационная система, работавшая в метровом диапазоне длин волн, получила название RIAS (РЛС с синтезированными импульсом и апертурой антенны). Её антенная система состояла из приёмной и передающей антенных решёток с элементами, размещёнными вдоль двух концентрических окружностей одна внутри другой. На рис. 12 показана схема передающей и приёмной антенных решёток радиолокационной системы MIMO. Все элементы передающей решётки излучали одновременно взаимно ортогональные сигналы $X_i$ (t) на разных частотах. Суммарный сигнал облучал цель. Благодаря взаимной ортогональности эти сигналы не интерферировали между собой. Каждый из элементов антенной решётки имел широкую ДН. Совокупность этих ДН на передачу (соответствующая числу элементов передающей решётки) охватывала почти всю верхнюю полусферу.

В правой части **рис. 12** показана схема обработки сигналов каждым элементом приёмной антенной решётки. На каждый её элемент приходил отражённый от цели суммарный сигнал $Y_k$ (t) всех частот. Отдельные ортогональные элементах антенной решётки. В этой системе осуществлялся обзор широкого сектора наблюдаемого пространства без сканирования передающих лучей, а также когерентная обработка принимаемых сигналов с формированием узких лучей, покрывающих весь наблюдаемый сектор. Обработка сигналов в РЛС RIAS позволяла определить положение цели и её радиальную скорость, сочетая обзор наблюдаемого пространства в очень широком секторе и сопровождение обнаруженных целей.

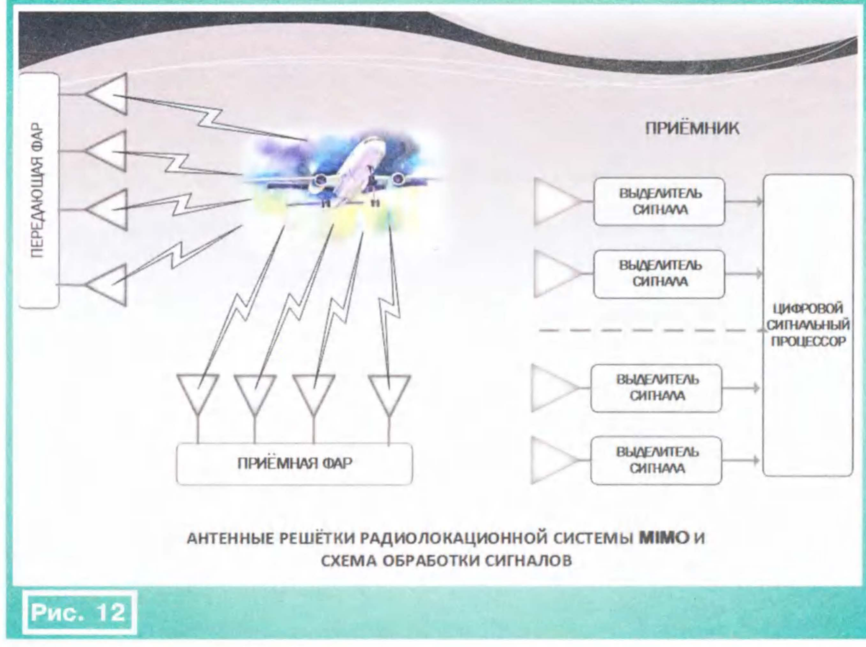


Рис. 12

Для передачи сигналов с высокой скоростью по многолучевому каналу связи такая технология была разработана в Bell Labs. В этой системе для передачи сигналов и их приёма использовались многоэлементные антенные решётки.

В радиолокации идея использования антенных решёток для повышения вероятности обнаружения целей и точности измерения их параметров появилась раньше — в 1984 г., хотя термин MIMO применительно к таким системам — только в 2003 г.

сигналы $X_i$ (t), входящие в состав $Y_k$ (t), принятые элементами антенной решётки, разделялись в блоках выделения и обрабатывались (на передаче и на приёме использовалась цифровая обработка сигналов) в цифровом процессоре. Результаты обработки этих сигналов объединялись, и в результате осуществлялось сверхбыстрое сканирование заданного сектора (в течение каждого импульса передающей решётки) и сжатие многочастотного сигнала с учётом фазовых сдвигов принятых ортогональных сигналов на отдельных элементах антенной решётки.

Система была предложена как альтернатива обычным обзорным РЛС с узкими передающими лучами антенн и последовательным во времени сканированием пространства.

В сравнении с РЛС RIAS, обычные РЛС имеют серьёзные недостатки при обзоре: требуется много времени для обзора сектора узким лучом, лишь малое число импульсов может быть принято от цели ("импульсный голод" — что недостаточно для подавления пассивных помех).

MIMO — направление современной радиолокации, которое в настоящее время прорабатывается многими исследователями.




Под обнаружением понимают установление факта наличия в зоне ответственности РЛС объектов, представляющих интерес. Современные радиолокаторы обычно строятся на принципах активной радиолокации. При этом на вход приёмного канала РЛС, помимо полезных сигналов, действуют различные помеховые сигналы. Это могут быть отражённые сигналы от объектов, которые не представляют интереса, также сигналы, сформированные постановщиками помех, шумовые сигналы, обусловленные воздействием космического пространства либо процессами, протекающими в самой аппаратуре. Если бы помеховые сигналы отсутствовали, то любой сигнал, поступивший на вход РЛС, воспринимался бы ею как сигнал, отражённый от цели. Однако при совместном действии на входе РЛС полезных сигналов и сигналов помех ситуация иная.

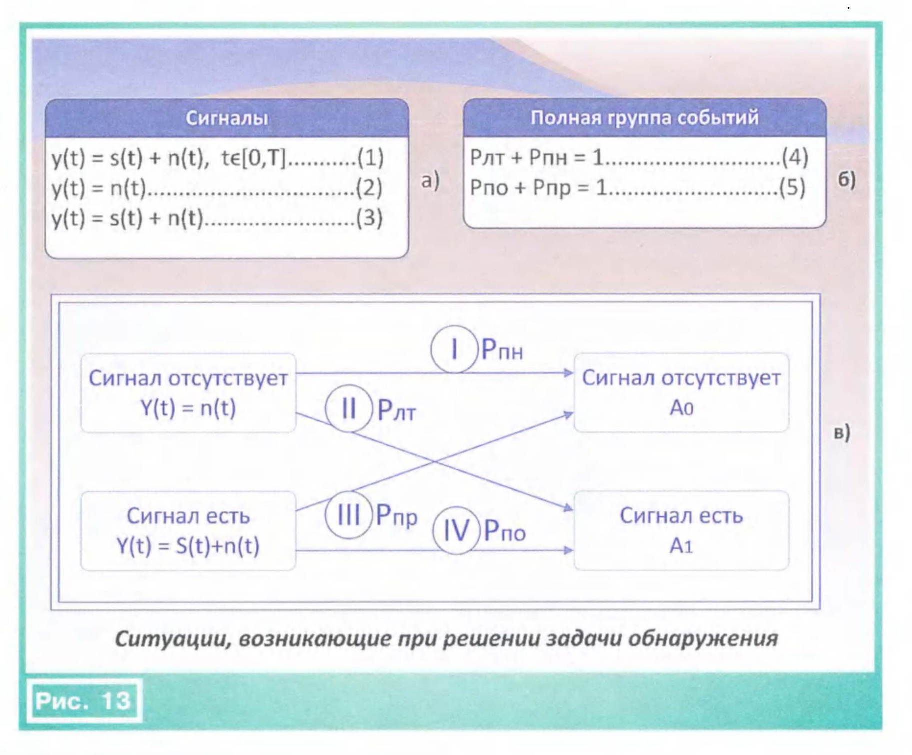
Сигнал, отражённый от цели, по своему уровню может быть существенно меньше помех. В этом случае он может быть заблокирован помехами и при последующей обработке не выделен из помех. В результате сигнал будет пропущен.

Может быть другая ситуация, когда в зоне РЛС наблюдения целей нет, но на входе РЛС действуют помеховые сигналы большого уровня. В этом случае выбросы помех могут быть восприняты как сигналы, отражённые от цели.

Из сказанного следует, что при решении задачи обнаружения наблюдаемых объектов возможны ошибки в принятии решения о наличии или отсутствии цели.

На языке математики принимаемую реализацию можно представить в виде, показанном на **рис. 13**,а. Здесь Т — время наблюдения, равное времени обработки, n(t) является внутренним шумом приёмного устройства РЛС, который обусловлен тепловым движением зарядов в полупроводниках и, в первую очередь, во входных цепях. Этот вид помех всегда будет присутствовать на входе приёмника. Воздействия помех другого рода можно существенно ослабить.

Помеховые воздействия, входящие в выражение на рис. 13,а, а следовательно, и внутренний шум приёмника относятся к категории случайных процессов. Поэтому решение задачи обнаружения возможно при использовании математического аппарата статистических решений.




*Ситуации, возникающие при решении задачи обнаружения*

**Рис. 13**

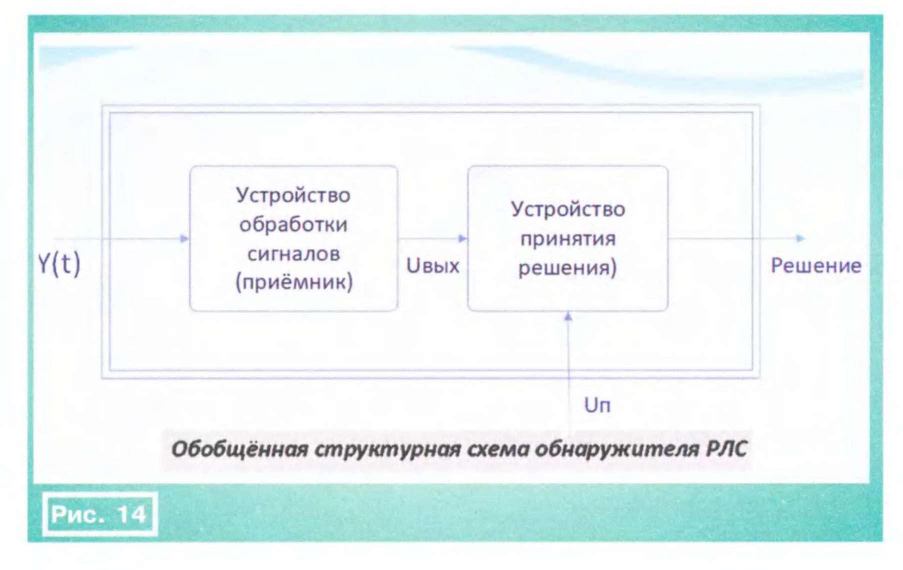
| Событие | Название | Решение |
|---|---|---|
| I | Правильное необнаружение | Полезный сигнал в принимаемом колебании отсутствует и принимается решение $A_0$, что его нет. |
| II | Ложная тревога | Полезный сигнал в принимаемом колебании отсутствует, а принимается решение $A_1$ о его наличии. |
| III | Пропуск сигнала | Полезный сигнал в принимаемом колебании присутствует, а принимается решение $A_0$ о его отсутствии. |
| IV | Правильное обнаружение | Полезный сигнал в колебании присутствует и принимается решение $A_1$ о его наличии. |

Прежде чем начать решение задачи обнаружения необходимо ответить на вопрос, образовано ли принимаемое колебание Y только шумом или одновременным действием сигнала и шума.

Возможные события при обнаружении радиолокационного сигнала, а также правильные и ошибочные решения приведены на схеме рис. 13,в. Как видно из приведённой схемы, возможны четыре события, показанные в **таблице**.

Для того чтобы при принятии решения об обнаружении сигнала, отражённого от цели, действовать всегда по оптимальному алгоритму, необходимо определить критерий, согласно которому это правило может быть оптимизировано. Оптимум должен определяться в среднем по многим реализациям.

В радиолокации в качестве такого критерия оценок используют критерий, именуемый критерием Неймана-Пирсона, который позволяет задать допустимое значение вероятности Рлт ложной тревоги (Рлт ≤ Рлт.доп), обеспечивающее получение минимального значения вероятности Рпр пропуска сигнала или максимальное значение вероятности Рпо правильного обнаружения, поскольку Рпо = 1 – Рпр (рис. 13,б).




*Обобщённая структурная схема обнаружителя РЛС*

**Рис. 14**

Выбор конкретного значения Рлт.доп зависит от тактических ситуаций. Это значение в пределах использования критерия оптимизации даёт возможность определить порог чувствительности системы и обеспечение минимальной ошибки при принятии решений обнаружения.

Устройство обработки сигналов РЛС обеспечивает необходимое преобразование принимаемого колебания y(t) (рис. 13,а) в целях обеспечения заданного уровня сигнала на его выходе. После обработки сформированный сигнал Uвых поступает на устройство принятия решения (**рис. 14**), куда также поступает и пороговое напряжение Uп, сформированное в соответствии с критерием Неймана-Пирсона и определяемое по значению Рлт [5].

Решение о наличии в принимаемом колебании полезного сигнала или его отсутствии принимается после обработки принимаемой реализации в течение времени T. Причём, когда сигнал Uвых с выхода устройства обработки превышает выбранный порог Uп, принимается решение о наличии полезного сигнала (о наличии цели в зоне наблюдения), в противоположном случае принимается решение об отсутствии полезного сигнала (отсутствии цели в зоне ответственности РЛС).

Из сказанного следует, что устройство принятия решения должно представлять собой пороговое устройство.

Принятие решения об обнаружении цели лежит в основе построения РЛС. Теория радиолокации [5] позволяет синтезировать оптимальные приёмники для непрерывных и импульсных зондирующих сигналов в реальных случаях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Фомичев К. И.** История радиолокации/Современная радиоэлектроника. Под ред. В. П. Борисова и В. М. Родионова. — М: Наука, 1993.

2. История отечественной радиолокации/Сост. С. Муравьев. — М.: Столичная энциклопедия, 2015.

3. **Быховский М. А.** Развитие телекоммуникаций. На пути к информационному обществу. Развитие радиолокационных систем. — М.: Горячая линия — Телеком, 2015.

4. **Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крендилин В. Б.** Технология MIMO. Принципы и алгоритмы. — М.: Горячая линия — Телеком, 2022.

5. **Тихонов В. И.** Статистическая радиотехника. — М.: Советское радио, 1966.



# НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

***Раздел ведёт В. ШЕПТУХИН (R5GF), г. Липецк***

## РОССИЯ

**БАШКОРТОСТАН**. В г. Октябрьский начали трансляцию "Маяка" на частоте 92,7 МГц и "Вести FM" на частоте 94,5 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-23672167_913** (21.11.22)).

**БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛ.** В Валуйках "Радио России" переводится на частоту 107,5 МГц, мощность передатчика — 2 кВт. Вещание ежедневное с 05.00 до 01.00 (источник — URL: **https://vk.com/radio.tv_31?w=wall-83427404_24431** (21.11.22)).

**БРЯНСКАЯ ОБЛ.** 17 ноября 2022 г. в г. Дятьково на частоте 93,6 МГц началось вещание радиостанции "Соль FM". Это уже 15-й город вещания радиосети в эфире (источник — URL: **https://vk.com/wall-62613163_19631** (21.11.22)).

**ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛ.** В г. Боброве началось вещание "Радио России" на частоте 95,3 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-62613163_19455** (21.11.22)).

**ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ**. В г. Краснокаменске на частоте 107,4 МГц запустили "Русское радио" (источник — URL: **https://vk.com/rus_radio_chita** (21.11.22)).

**КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** УКВ-эфир Калининграда представлен следующими радиостанциями:

— 92,8 МГц — DFM;
— 93,6 МГц — "Радио 7";
— 94 МГц — Comedy Radio;
— 95,1 МГц — "Вести FM";
— 95,5 МГц —"Ретро FM";
— 96,3 МГц — "Русское радио";
— 97 МГц — "Радио Вера";
— 97,7 МГц — "Серебряный дождь";
— 98,1 МГц —"Пи FM";
— 98,5 МГц — NRJ;
— 99,5 МГц — "Радио Звезда";
— 100,1 МГц — "Авторадио";
— 100,9 МГц — "Радио Монте-Карло";
— 101,3 МГц — "Наше радио";
— 101,8 МГц — "Бизнес FM";
— 102,5 МГц — "Маяк";
— 102,9 МГц — "Love Радио";
— 103,4 МГц — Studio 21;
— 103,9 МГц — "Радио России";
— 104,5 МГц — "Европа плюс";
— 105,2 МГц — "Балтик плюс";
— 105,9 МГц — "Дорожное радио";
— 106,4 МГц — "Максимум";
— 107,2 МГц — "Радио Комсомольская правда"

(источник — URL: **https://vk.com/radioschoolru?w=wall-52064362_94037** (21.11.22)).

**КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ**. На Краснодарском радиоцентре проводятся тестовые включения средневолнового передатчика. Частота вещания — 1089 кГц, мощность передатчика — до 1200 кВт. Транслируют "Радио России" (источник — URL: **https://vk.com/wall-62613163_19495** (21.11.22)).

**ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.** Новое радио зазвучало в Ленинградской области. В городах региона, где ранее вещала радиостанция VFM, с 3 ноября 2022 г. запущено "Новое радио". Вещательные частоты: Выборг — 93,1 МГц, Кингисепп — 90,8 МГц, Кириши — 103,6 МГц, Тихвин — 100,8 МГц, Тосно — 97,8 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-90495469_14373** (21.11.22)).

**МОСКОВСКАЯ ОБЛ.** "Радио России" возобновило своё вещание на частоте 70,94 МГц в г. Наро-Фоминске после более чем года молчания. Напомним, что трансляция "Радио России" по-прежнему осуществляется в Чехове на частоте 65,9 МГц, в Москве — на частоте 66,44 МГц, в Волоколамске — на частоте 66,71 МГц и в Солнечногорске — на частоте 70,82 МГц (источник — URL: **https://vk.com/tvradiomsk** (21.11.22)).

1 ноября радиоэфир г. Можайска пополнился ещё одной радиостанцией. На частоте 91,8 МГц был произведён запуск вещания "Радио Ваня". Мощность передатчика — 100 Вт. Вещание осуществляется со стереозвуком и RDS. Музыкальный формат "Радио Ваня" представлен отечественной поп-музыкой с 1990-х годов по сегодняшнее время и самыми популярными зарубежными песнями 1995—2019 гг. Также до конца 2022 г. планируется запуск "Радио Ваня" в Волоколамске и Шаховской на частотах 88,5 МГц и 105,2 МГц соответственно (источник — URL: **https://vk.com/wall-212065317_1340** (21.11.22)).

На частоте 97,8 МГц в Серпухове было запущено вещание "Радио России", на данный момент оно осуществляется в режиме моно. Мощность передатчика — 100 Вт. Передатчик установлен на объекте вещания РТРС, с которого доступна трансляция цифровых мультиплексов РТРС-1 и РТРС-2 на 59 ТВК и 58 ТВК соответственно, а также радио "Маяк" на частоте 99,9 МГц.

В настоящий момент "Радио России" с программами подмосковного "Радио 1" на серпуховской частоте 104 МГц также транслируется с моно-звуком (источник — URL: **https://vk.com/wall-3715685_1659** (21.11.22)).

**ПЕРМСКИЙ КРАЙ**. Наконец-то сеть "Соль FM" пополнилась ещё одним городом вещания. В режим постоянной работы запустили передатчик в г. Оса на частоте 100,2 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-62613163_19467** (21.11.22)).

**РОСТОВСКАЯ ОБЛ.** В г. Волгодонске на частоте 103,2 МГц начала вещание радиостанция "Радио Вера". Канал запускает радиохолдинг Телекомпании ВТВ совместно с Волгодонской Епархией. Радиостанцию могут слушать и жители соседних районов — Цимлянского и частично Дубовского (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__84448/** (21.11.22)).

**СТАВРОПОЛЬСКИЙ КРАЙ**. В Пятигорске началось вещание радиостан-

***Примечание***. *Время всюду — UTC. Время MSK = UTC + 3 ч.*

ции "Вести FM" на частоте 93,9 МГц (источник — URL: **https://work.vk.com/wall-62613163_19567** (21.11.22)).

**ТЮМЕНСКАЯ ОБЛ.** С 10 октября 2022 г. Comedy Radio вещает в составе крупнейшего медиахолдинга "Медиа Траст Тюмень" на частоте 91,6 МГц (источник — URL: **https://vk.com/wall-135608788_12609** (21.11.22)).

1 ноября 2022 г. на частоте 101,4 МГц в Тюмени начало работу "Первое Интернациональное Радио ПИ FM". Станция приходит в город спустя два года с момента запуска вещания "Радио Сибирь" и спустя год с момента победы в конкурсе на право вещания. С появлением эфирного вещания в Тюмени общий технический охват сети "ПИ FM" увеличится более чем на 800 тыс. человек (источник — URL: **https://onair.ru/main/enews/view_msg/NMID__84436/** (21.11.22)).

**ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛ.** В Южноуральске запустили вещание NRJ на частоте 90,2 МГц и "Авторадио" на частоте 91 МГц. Мощность передатчиков — 100 Вт (источник — URL: **https://vk.com/wall-18520524_ 38434** (21.11.22)).

## ЗАРУБЕЖНОЕ ВЕЩАНИЕ

**ВАТИКАН**. В связи с переходом на зимнее время, начиная с 30 октября 2022 г., в расписании вещания на русском языке на коротких волнах произошли следующие изменения: первая передача дня выходит в эфир в направлении Сибири с 12:30 до 12:50 на частотах 7420 кГц, передатчик мощностью 250 кВт расположен на о. Тиниан (Марианские острова) и 9810 кГц (передатчик мощностью 250 кВт в Тинанг (Филиппины). Передача повторяется в направлении европейской России с 16:20 до 16:40 на частотах 7360 кГц и 9705 кГц, передатчик мощностью 250 кВт в Санта-Мария-ди-Галерия (Ватикан). На следующий день передача идёт в повторе в направлении России с 05:00 до 05:20 на частотах 7360 кГц и 9710 кГц (передатчик мощностью 250 кВт в Санта-Мария-ди-Галерия (Ватикан). Святая Месса латинского обряда на русском языке из часовни Благовещения в Ватикане передаётся во второе и четвёртое воскресенье каждого месяца в направлении европейской России с 09.30 до 10.50 на частотах 15595 кГц и 17790 кГц, передатчик мощностью 250 кВт в Санта-Мария-ди-Галерия (Ватикан) (источник — URL: **https://www.vaticannews.va/ru/vatican-city/news/2022-10/izmeneniya-v-setke-nashego-radio-veshaniya.html** (21.11.22)).

**КЫРГЫЗСТАН**. "Биринчи радио" ("Первое радио") вещает с 0:00 до 12:00 на частоте 612 кГц, мощность передатчика — 100 кВт (время вещания — местное) и с 0:00 до 18:00 на частоте 4010 кГц, мощность передатчика — 50 кВт (время вещания — местное). Передатчики расположены в Красной Речке (Киргизия). Передаются программы на русском и киргизском языках. Выпуски новостей на русском языке выходят в эфир по будням (понедельник — пятница) в 01:05, 03:00, 04:30, 05:30 и 16:11; в понедельник и пятницу — в 07:50; в субботу — в 01:30, 02:19, 05:00, 06:40, 08:00 и 10:00; в воскресенье — в 04:30, 08:00 и 14:00 (источник — URL: **http://www.novosibdx.info/schedules.html** (21.11.22)).

**США**. Радиостанция WTWW — американская радиостанция, передающая христианские программы, а также музыку в стиле Oldies (популярные песни прошлых лет) покинула короткие волны. Автор блога SWLing Post в своей заметке сообщает: "Недавно я узнал из нескольких сообщений в Твиттере, что радиостанция WTWW навсегда покинула короткие волны 9 ноября 2022 г. и теперь вещает только через Интернет. Я пропустил это объявление в эфире, и сайт WTWW, кажется, ещё не отражает эту информацию. Однако страница WTWW в Википедии уже была обновлена, и факт вещания WTWW был упомянут в прошедшем времени, а на неделе было сделано следующее дополнение: 9 ноября 2022 г. станция WTWW объявила о полном прекращении вещания на коротких волнах с намерением продолжать потоковое вещание до тех пор, пока это будет возможно". Причина прекращения эфирного вещания — резкое увеличение расходов на эксплуатацию передатчика (в основном из-за стоимости электроэнергии), которые радиостанция не могла осилить. В комментариях к записи пользователи подтверждают факт отсутствия станции WTWW в эфире (источник — URL: **https://swling.ru/2022/11/14/wtww-pokidaet-korotkie-volny** (21.11.22)).

**ФРАНЦИЯ**. RTL планирует прекратить вещание на длинных волнах 31 декабря 2022 г. Столкнувшись с энергетическим кризисом, французский медиахолдинг Groupe M6 прекратит вещание программы RTL Luxembourg на длинноволновой частоте 234 кГц с нового года. Данная мера направлена на экономию более 6000 МВт•ч в год.

Слушателям остаётся найти другой способ прослушивания:

— на УКВ-диапазоне, покрытие которого во Франции далеко не идеально;

— в диапазоне вещания DAB+, находящегося во Франции в зачаточном состоянии;

— через Интернет, используя сайт RTL.fr или мобильное приложение.

Довольно неочевидные решения для тех, кто слушает длинные волны, особенно для пожилых людей или тех, кто живёт в районах с плохим покрытием сотовой сети. Слушателей проинформируют в эфире. Сообщения транслируются на длинных волнах за несколько месяцев до отключения. RTL вещает на длинных волнах с 1933 г. На длинных волнах ещё остаются франкоязычные станции, которые можно принимать во Франции: Medi1 из Марокко на частоте 171 кГц и Radio Télévision Algérienne Chaîne 3 из Алжира на частоте 252 кГц (источник — URL: **https://www.facebook.com/Radiosdumonde/** (21.11.22)).

**ЯПОНИЯ**. Средневолновые радиостанции в Японии будут переходить в УКВ-диапазон. В течение шести лет более 90 % коммерческих станций Японии (44 из 47) уйдёт со средних волн и перейдёт на вещание в диапазоне УКВ. В сентябре 2028 г. в северной части Японии останутся активными только три станции: на Хоккайдо и префектуре Акита. Но эфир начнёт пустеть уже со следующего года. Первые станции будут отключены осенью 2023 г. Кризис рекламного рынка побудил вещателей попросить Министерство коммуникаций разрешить переход на УКВ-диапазон для снижения эксплуатационных расходов. СВ-передатчики энергоёмки, затраты на техническое обслуживание высокие, а для установки антенн необходимы мачты высотой не менее 100 м. Последними эфир покинут три токийских вещательных компании: TBS Radio, Nippon Cultural Broadcasting и Nippon Broadcasting System, а некоторые продолжат использовать средневолновые передатчики и после 2028 г. В Японии радиовещательный УКВ-диапазон имеет границы от 76 до 95 МГц, поскольку более высокие частоты до перехода на цифру были отведены под телевещание (источник — URL: **https://swling.ru/2022/10/29/srednevolnovye-radiostancii-v-japonii-budut-perehodit-v-fm-diapazon/** (21.11.22)).

***Хорошего приёма и 73!***

# Балконная приёмная рамочная КВ-антенна

А. ТЕРЯХИН, г. Иркутск

В условиях ограниченного пространства и сильных промышленных помех радиолюбители для приёма часто используют рамочные антенны, которые можно установить на балконе. За основу такой антенны взята конструкция Harry Lythall (SM0VPO) [1]. Был проведён перерасчёт с целью использования её в более широком диапазоне частот. Для изготовления каркаса антенны применены полимерные водопроводные трубы без металлического слоя. Конструкция антенны показана на **рис. 1**, она получилась компактной, лёгкой, с высокой стойкостью к ветровым нагрузкам и простой в изготовлении. Помехи, создаваемые жилым домом, не позволяли вести приём на КВ на штыревую антенну или отрезок провода вообще, а эта антенна дала возможность принимать не только радиовещательные станции, но и радиолюбителей на диапазонах 80 и 40 метров.

Для изготовления разборной антенны были использованы два отрезка трубы диаметром 25 мм длиной 1000 мм. Посередине каждой трубы сделан поперечный пропил глубиной 12 мм шириной 25 мм, в его середине просверлено отверстие диаметром 4 мм. Трубы складывают крест-накрест пропилами друг к другу и через отверстие соединяют парой болт—барашек диаметром 4 мм.

Для изготовления такой антенны можно использовать четыре отрезка трубы диаметром 25 мм и длиной по 500 мм и одну крестовину для этих труб. Они вварены в крестовину с помощью сварочного аппарата для пластиковых труб. Дальнейшие действия, — как и с разборной антенной. Торцы труб заваривают заглушками для труб диаметром 25 мм.

В трубах сверлят ряды отверстий диаметром 3,5 мм с шагом 50 мм для укладки провода магнитной рамки. Провод может быть любой монтажный в изоляции, в моём случае был использован провод ПВ 3-0,5. Укладывается рамка — 3,5 витка, концы провода заводят в коробку с конденсатором переменной ёмкости (КПЕ). Для него применена обычная пластиковая электромонтажная коробка размерами 70×70×50 мм, которая крепится к трубе крестовины шурупом 3,5×20.

Затем укладывают провод петли связи из провода той же марки, концы которой припаивают к ВЧ-кабелю (в моём случае RG-58), один конец — к центральной жиле, другой — к оплётке. С симметрирующим трансформатором не экспериментировал. При большой длине кабеля между петлёй связи и ним можно установить антенный усилитель. При применении в качестве КПЕ конденсатора 443DF [2] антенна перестаивается в диапазоне 3,5...7,5 МГц. Этот диапазон можно сместить в бо́льшую сторону уменьшением числа витков рамки, в меньшую сторону — установкой параллельно КПЕ конденсатора постоянной ёмкости до 220 пФ.

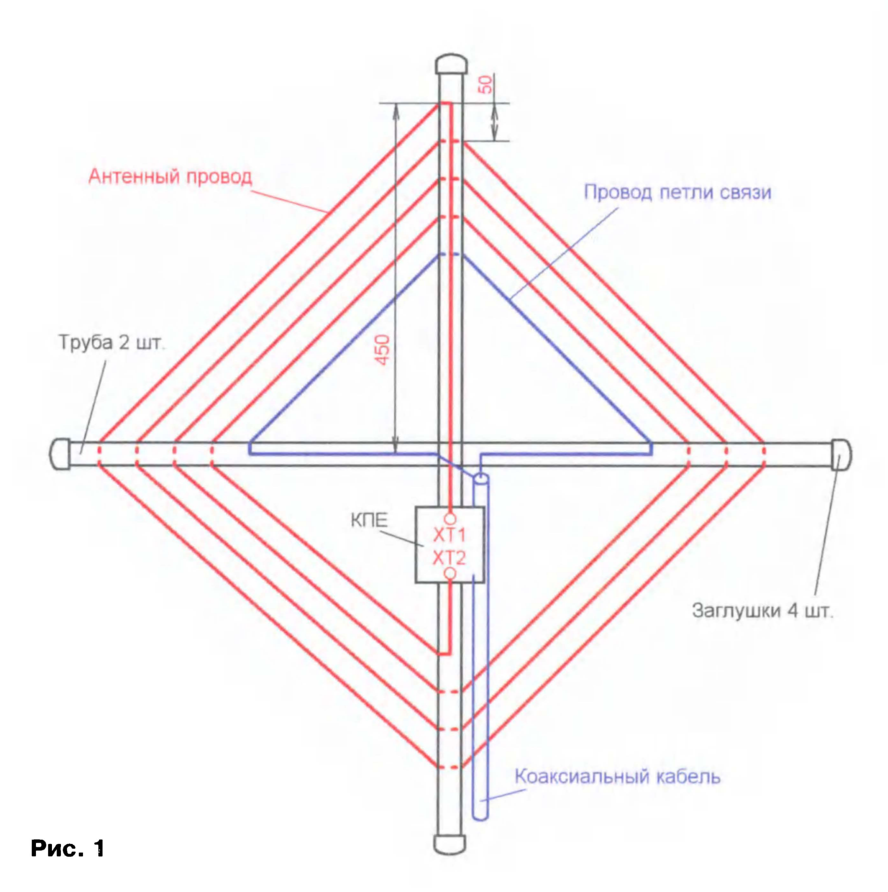



**Рис. 1**

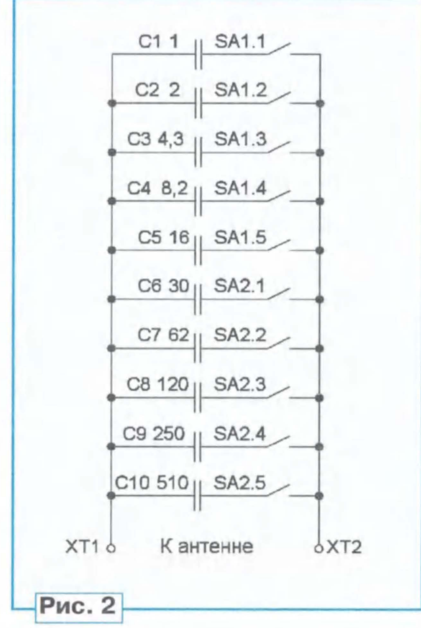



**Рис. 2**

Для работы на одной фиксированной частоте с неоперативной перестройкой был изготовлен дискретный КПЕ с шагом 1....2 пФ на конденсаторах постоянной ёмкости и DIP-переключателях (**рис. 2**) на макетной плате из одностороннего фольгированного текстолита. Диапазон при этом расширяется вверх до 10 МГц. Для подключения провода рамки на плате установлены клеммники. Для удобства переключения частоты настройки желательно заранее сделать таблицу положений переключателей, ориентируясь на измерения, полученные с помощью антенного анализатора, я использовал анализатор NanoVNA [3].

Поскольку антенна направленная, она позволяет ориентировать её по минимуму шумов или помех. Она пригодится в том числе для поиска местона-

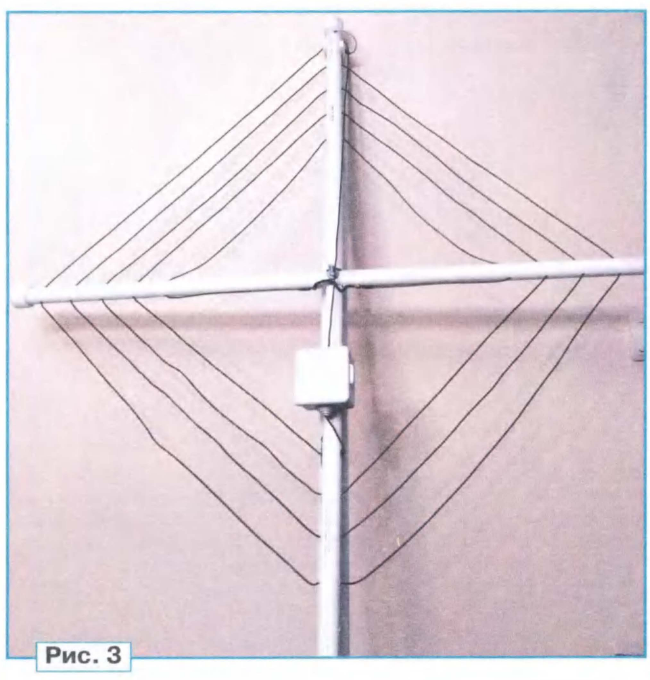

Рис. 3



Рис. 4

хождения источника промышленных помех — плохой контакт ЛЭП, пробивающиеся изоляторы и др.

Для стойки антенны использована более толстая водопроводная пластиковая труба с двумя зафиксированными на ней с помощью шурупов 3,5×20 сантехническими защёлками. Стойку можно использовать как для крепления антенны на балконе, так и для работы в поле в качестве элемента мачты или для размещения антенны, например на дереве. Внешний вид антенны показан на **рис. 3**, дискретного КПЕ — на **рис. 4**.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамочная антенна SM0VPO на диапазон 80 метров. — URL: **https://swling.ru/2019/09/02/ramochnaja-antenna-sm0vpo-na-diapazon-80-metrov/** (22.11.22).

2. 443DF конденсатор переменной ёмкости. — URL: **https://aliexpress.ru/popular/443df-variable-capacitor.html** (22.11.22).

3. NanoVNA-F V2. — URL: **https://aliexpress.ru/popular/nanovna-f-v2.html** (22.11.22).

# Ещё один антенный ДМВ-усилитель

*В. КОНКИН, с. Горлово Рязанской обл.*

Усилитель предназначен для усиления сигналов телевизионного ДМВ-диапазона и является доработанным вариантом усилителя, описание которого приведено в [1]. Он собран на однотипных транзисторах BFR93A [2], что упрощает его изготовление. Схема усилителя показана на **рис. 1**. Питается он по кабелю снижения от встроенного в телевизор источника питания напряжением 5 В. Трансформатор T1, установленный на входе усилителя, обеспечивает гальваническую развязку с элементами антенны и защищает входной каскад на транзисторе VT1 от статического электричества. Далее следует ФВЧ C1L1C2, который подавляет сигналы с частотами менее 400 МГц. Резистором R2 можно регулировать усиление, а резистором R3 устанавливают режим выходного каскада на транзисторах VT2, VT3 по постоянному току, указанный на схеме.

Все элементы усилителя смонтированы на двухсторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм, чертёж которой показан на **рис. 2**, а схема размещения элементов — на **рис. 3**. Вторая сторона платы оставлена металлизированной и с помощью отрезков лужёного провода через отверстия соединена с металлизированными площадками первой стороны. В усилителе применены постоянные резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа типоразмера 0805, подстроечные резисторы — PVZ3A. Трансформатор T1 намотан вдвое сложенным проводом ПЭВ-2 0,25 на ферритовом магнитопроводе диаметром 4...5 мм и содержит три витка. Выводы обмоток выведе-

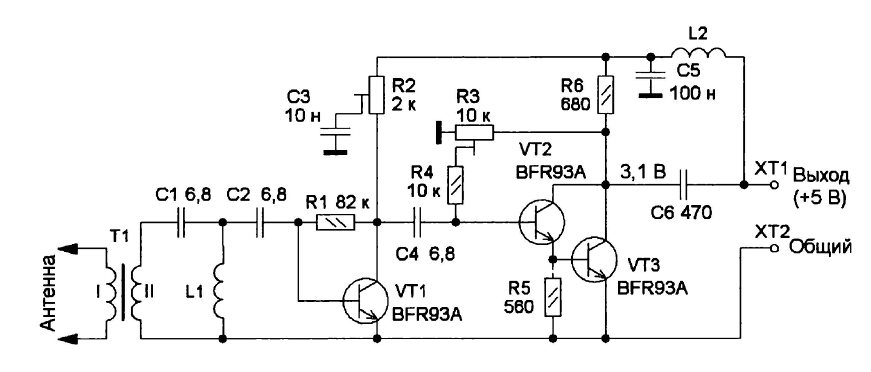


Рис. 1

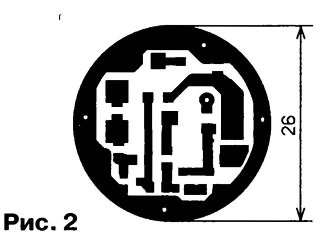



**Рис. 2**

ны в противоположные стороны. Катушка L1 намотана проводом ПЭВ-2 0,5 на оправке диаметром 4 мм и содержит 2,5 витка. Дроссель L2 намотан проводом ПЭВ-2 0,18 на оправке диаметром 2 мм и содержит 20...25 витков, витки скреплены клеем "Момент".

Эти усилители работают совместно с антенной Харченко. Её размеры оптимизированы для приёма цифровых пакетов в нашей местности. Размеры рамок можно рассчитать, используя информацию в [3]. Для приёма телевизионных программ на большом удалении от передатчика можно применить такую антенну с рефлектором. Усилитель располагают непосредственно в месте соединения рамок. К выходу усилителя припаивают коаксиальный кабель длиной около 400 мм, который прокладывают вдоль сторон одной из рамок и фиксируют отрезками проволоки. На конце кабеля установлен ВЧ-разъём, к которому подключают кабель снижения. Место соединения надо обязательно загерметизировать. Некоторые подробности конструкции антенны приведены в [1].

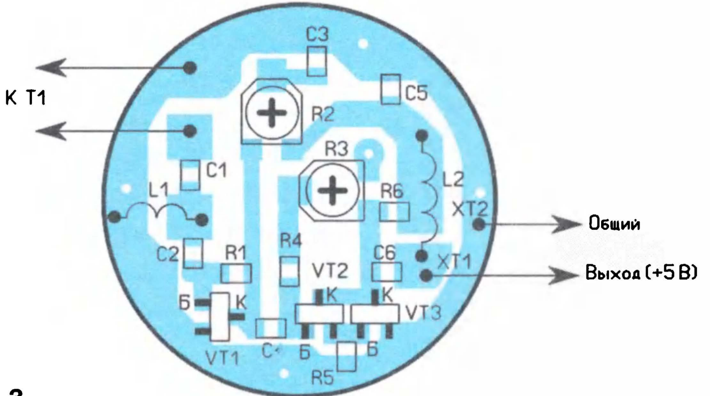



**Рис. 3**

Плата усилителя закрыта крышкой с внутренним диаметром 27 мм от ПЭТ-бутылки. Для защиты от воздействия окружающей среды места всех соединений и сам усилитель с нижней стороны платы покрывают водостойким герметиком.

Для телевизоров и тюнеров, не имеющих опции питания антенного усилителя по кабелю снижения, но есть USB-разъём, для питания антенного усилителя можно использовать его напряжение +5 В, которое подают на кабель через развязывающее устройство (инжектор).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Конкин В.** Антенные ДМВ-усилители. — Радио, 1922, № 5, с. 48—50.

2. BFR93A. — URL: **https://clck.ru/32Zv76** (16.11.22).

3. Калькулятор расчёта цифровой антенны. — URL: **http://radiodx.ru/text-012** (16.11.22).

*От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/usil-2.zip** на нашем FTP-сервере.*

# Вывод информации на 16-разрядный дисплей у контроллеров ATmega

*С. СВЕЧИХИН, г. Красноярск*

Этому вопросу была посвящена статья [1], в которой было показано, что скорость вывода информации на TFT-дисплей с 8-разрядным интерфейсом можно увеличить, если использовать имеющийся у некоторых контроллеров ATmega интерфейс EMI (External Memory Interface). В настоящей статье эта тема продолжена, в ней рассказано об увеличении скорости вывода информации при использовании дисплеев с 16-разрядным интерфейсом.

Работа проводилась с TFT-дисплеем ILI9481 с диагональю 3,2 дюйма и разрешением 320×480 пикселов. Этот дисплей выпускается как шилд к модулю (плате) Arduino Mega2560, подключаемый к разъёму DIGITAL на узкой стороне платы. Сбоку на дисплее есть два контакта, которые подключаются к выводам RST и 3V3 на плате Arduino, однако дисплей работает и без них.

В многочисленных публикациях в Интернете предлагается работать с дисплеем методом "бутерброда", что очень неудобно. В этом случае оказываются недоступными разъёмы на плате Arduino, и к ней невозможно подключить что-нибудь, кроме дисплея. Недоступен и разъём ISP, поэтому нельзя пользоваться программатором. Невозможно использовать для микроконтроллера режим EMI, поскольку дисплей подключён не к тем портам. Поэтому был изготовлен кабель-переходник длиной около 15 см, что позволило отнести дисплей от платы и получить доступ ко всем разъёмам.

Схема кабеля приведена на **рис. 1**. На схеме XS1 — разъём DIGITAL платы Arduino Mega2560. Выводы разъёма имеют номера, указанные непосредственно на плате Arduino. Также указаны наименования выводов, но не для платы Arduino, а для выводов контроллера ATmega2560. К разъёму XS1 с помощью штырей X1—X23 подключён разъём XS2 кабеля-переходника. Разъёмы XS1 и XS2 — серии IDC, на схеме указаны номера выводов этих разъёмов, задействовано 46 контактов. XP1 — разъём на плате дисплея A2. Там нет номеров контактов, а есть названия сигналов. Цоколёвка дисплея ILI9481 показана на **рис. 2**.

Кабель-переходник был изготовлен из шлейфа для жёстких дисков с интерфейсом IDE. Такие шлейфы использовались больше двух десятков лет назад, они бывают двух типов — более старые, на 40 проводников, и более новые, на 80 проводников. Первые удобнее для работы в любительских условиях. Следует также учесть, что у некоторых шлейфов провода очень плохо залуживаются. На шлейфе для подключения жёстких дисков, как правило, имеются три разъёма IDC-40. Надо обрезать один крайний так, чтобы остался достаточно длинный отрезок шлейфа, который может понадобиться для подключения дисплея с 8-разрядной шиной. Шлейф между оставшимися разъёмами нужно расщепить на отдельные провода, затем перерезать и вновь соединить в соответствии со схе-


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

| A1 Arduino Mega2560 | XS1 | | XS2 | XS3 XP1 | A2 ILI9481 |
|---|---|---|---|---|---|
| 5V | | X1 | 1 | 1 | 5V |
| 5V | | X2 | 2 | 2 | 5V |
| PA0 | 22 | X3 | 3 | 18 | DB0 |
| PA1 | 23 | X4 | 4 | 17 | DB1 |
| PA2 | 24 | X5 | 5 | 16 | DB2 |
| PA3 | 25 | X6 | 6 | 15 | DB3 |
| PA4 | 26 | X7 | 7 | 14 | DB4 |
| PA5 | 27 | X8 | 8 | 13 | DB5 |
| PA6 | 28 | X9 | 9 | 12 | DB6 |
| PA7 | 29 | X10 | 10 | 11 | DB7 |
| PL0 | 49 | X11 | 30 | 3 | DB8 |
| PL1 | 48 | X12 | 29 | 4 | DB9 |
| PL2 | 47 | X13 | 28 | 5 | DB10 |
| PL3 | 46 | X14 | 27 | 6 | DB11 |
| PL4 | 45 | X15 | 26 | 7 | DB12 |
| PL5 | 44 | X16 | 25 | 8 | DB13 |
| PL6 | 43 | X17 | 24 | 9 | DB14 |
| PL7 | 42 | X18 | 23 | 10 | DB15 |
| PC6 | 31 | X19 | 12 | 19 | LCD_RS |
| PG0 | 41 | X20 | 22 | 20 | LCD_WR |
| PD7 | 38 | X21 | 19 | 22 | LCD_RST |
| GND | | X22 | 36 | 36 | GND |
| GND | | X23 | 35 | 35 | GND |
| | | | | 21 | LCD_CS |

**Рис. 1**

мой на рис. 1. Соединения после пайки изолируют отрезками термоусаживаемой трубки. Вид макета, на котором проводилась проверка дисплея ILI9481 с доработанным шлейфом, показан на **рис. 3**.

Разъём XS1 DIGITAL на плате Arduino и разъём XS2 на шлейфе представляют собой розетки. Для их соединения использованы однорядные штыревые разъёмы. Часто их продают под наименованием "линейка". Разъёмы имеют до 40 штырей с шагом 2,54 мм. Длина самого штыря может быть 11/15/17/19/21/25 мм. Автор использовал самые распространённые с длиной штыря 11 мм. Штыри X1—X23 вынимают из пластмассового основания и вставляют в задействованные контакты разъёма DIGITAL платы Arduino, и затем на них надевают разъём XS2 кабеля. Получается достаточно надёжное соединение.

В соответствии со схемой младший байт шины данных дисплея подключён к порту PA0—PA7 платы Arduino. В режиме EMI этот порт формирует шину AD0—AD7. Старший байт шины данных дисплея подключён к порту PL0—PL7. Вход RS дисплея подключается к выводу PC6, а вход WR — к выводу PG0 платы Arduino. Если использование сигнала RD (вывод PG1) не планируется и провод для него не задействуется, на вывод 26 разъёма XP1 следует подать высокий уровень. Для сигнала сброса дисплея RST использован вывод PD7. Вход CS дисплея подключён к общему проводу. Использование других сигналов, которые есть на разъёме DIGITAL платы Arduino, выходит за рамки статьи, и на схеме они не обозначены.

В режим EMI контроллер ATmega2560 переводится установкой в лог. 1 бита SRE (7 бит) регистра XMCRA. Остальные биты регистра управляют распределением внешней памяти и задержками при работе в режиме EMI. Вывод информации на дисплей в этом режиме выглядит как обращение к внешней памяти по адресу на шине A8—A15 и на шине AD0—AD7. Если старшие биты адреса не изменяются за весь цикл обращения, то младший байт адреса должен быть зафиксирован во внешнем регистре

Цветной графический дисплей 3.2 TFT 480x320 MEGA

**Рис. 2**

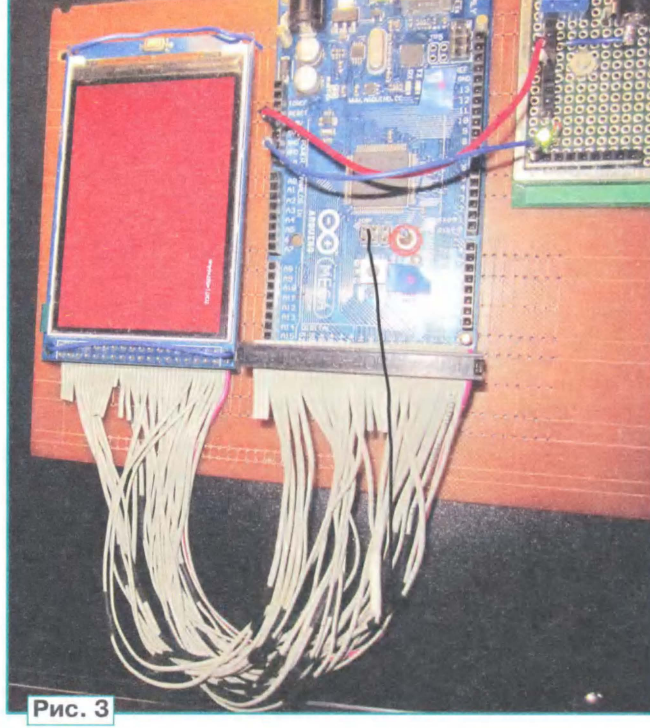


**Рис. 3**

сигналом ALE. Здесь это не сделано, содержимое младшего байта адреса никак не используется, нас интересует только один бит адреса — A14. Он соединён со входом RS дисплея A2 и определяет смысл выводимой информации — команда или данные. Кроме того, в адресе в обоих случаях должен присутствовать бит 15. Это сделано, чтобы не попасть в область регистров или встроенного ОЗУ контроллера. То есть программа контроллера должна обращаться к дисплею, выводя информацию по двум адресам 0x8000 и 0xC000. Их определение

```
#define LCD_C (*(volatile uint8_t*)(0x8000))
#define LCD_D (*(volatile uint8_t*)(0xC000))
```

Операции вывода в программе выглядят так.

```
LCD_C = cmd;  // вывод команды
LCD_D = data; // вывод данных.
```

Эти команды запускают встроенный в микроконтроллер механизм обращения к дисплею. Все необходимые сигналы формируются аппаратно. Если при настройке режима EMI в регистре XMCRA не были задействованы такты ожидания, быстродействие будет максимально возможным.

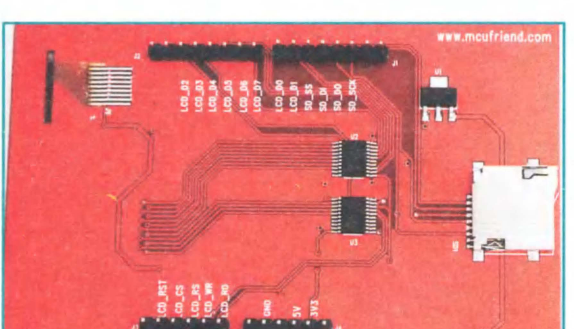


Рис. 4


Рис. 5

Программы для работы с дисплеями разрабатывались в среде AVRStudio 4.19 и загружались в контроллер с помощью программатора. При разработке библиотеки для дисплеев использовалась информация с сайта [2]. Программа для работы с дисплеем ILI9481 в режиме программного формирования сигналов находится на сайте редакции в папке P9481P. А программа для работы в режиме EMI — в папке P9481E.

В программе проводятся два теста. Первый тест — заливка экрана одним цветом, который меняется раз в секунду. В каждом цикле измеряется и выводится на экран время заливки. Для измерения времени использован таймер T1. На него подаётся сигнал от тактового генератора контроллера с предварительным делением на 1024. Перед измерением содержимое таймера обнуляется. После измерения состояние счётчика считывается и выводится на дисплей. Так подсчитывается число временных интервалов по 64 мкс. Чтобы получить время в секундах, результат надо умножить на 64.

Во втором тесте на дисплей выводится информация (цвет пиксела), которая находится в массиве размером 256 16-битных значений. Массив заполняется в начале программы.

Для сравнения такие же тесты были проведены с дисплеем ILI9488 (**рис. 4**) с таким же разрешением 320×480, но с 8-разрядной шиной данных. Дисплей также подключается к разъёму DIGITAL платы Arduino. Для этого был изготовлен кабель-переходник, его схема представлена на **рис. 5**. Этот кабель изготовлен из остатков того же шлейфа, который был использован ранее. На этом кабеле есть одна розетка IDC-40, которую вставляют в разъём XS1 DIGITAL платы Arduino с помощью штырей X1—X16, как это описано выше. Шлейф распускают вдоль, концы проводов зачищают, облуживают и распаивают в соответствии с рис. 5 на плату пустого шилда для Arduino Uno. На шилд устанавливают однорядные розетки, такие же как на плате Arduino. В них надо будет вставить дисплей. Иногда эти шилды продаются уже с установленными розетками.

8-разрядная шина данных дисплея подключена к порту PA0—PA7. Вход LCD_RS дисплея подключён к выводу PC6, а вход LCD_WR — к выводу PG0 платы Arduino. Для сигнала сброса дисплея LCD_RST использован вывод PD7. Вход LCD_CS дисплея подключён к общему проводу.

Программа для работы с дисплеем ILI9488 в режиме программного формирования сигналов находится в архиве в папке P9488P, а для работы в режиме EMI — в папке P9488E. Для этого дисплея также проводились два теста — для программного формирования сигналов управления и для работы в режиме EMI. В **таблице** приведены результаты измерения времени вывода (в миллисекундах) для двух дисплеев для обоих тестов.

| **Дисплей** | **ILI9488** | | **ILI9481** | |
|---|---|---|---|---|
| Режим | Prg | EMI | Prg | EMI |
| Тест 1 | 312 | 62 | 42 | 33 |
| Тест 2 | 437 | 177 | 187 | 158 |

Для дисплея ILI9488 в режиме с программным формированием сигналов на вывод картинки из массива потребовалось почти полсекунды (0,437 с). В режиме EMI на это потребовалось почти в три раза меньше времени (0,177 с). Для 16-разрядного дисплея ускорение вывода не столь значительно, всего примерно на 16 %. Действительно, значительную часть времени контроллер тратит на считывание данных из массива.

Можно сделать вывод, что контроллеры ATmega в режиме EMI могут выводить полноэкранную (480×320) картинку из массива примерно пять раз в секунду. Причём в этом случае 16-разрядный дисплей практически не имеет преимущества перед 8-разрядным. Если на первый дисплей картинка из массива выводится за 158 мс, то на второй она будет выводиться за 177 мс, разница всего 12 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Свечихин С.** Ускорение вывода информации на TFT-дисплей у контроллеров ATmega. — Радио, 2021, № 7, с. 34, 35.

2. AVR урок 34. Часть 1. Дисплей TFT 240×320 8bit. Часть 1. — URL: **http://narodstream.ru/avr-urok-34-displej-tft-240x320-8bit-chast-1** (07.11.22).

*__От редакции.__ Упомянутые в статье файлы для программирования микроконтроллера находятся по адресу __http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/tft.zip__ на нашем FTP-сервере.*

# Генератор на модуле AD9833

*В. КИБА, г. Волжский Волгоградской обл.*

При разработке различных устройств и последующего налаживания бывает нужен генератор, для цифровых устройств — с прямоугольной формой импульса, для аналоговых — с синусоидальной или треугольной. Пару лет назад был приобретён модуль на микросхеме AD9833, но в то время мне не удалось его запустить, он категорически отказывался работать, а поскольку он был приобретён для экспериментов, то был отправлен в долгий ящик. Но сейчас потребовался генератор для проверки УМЗЧ, захотелось посмотреть на искажения, как он усиливает сигналы прямоугольной формы, да и частотные характеристики темброблока посмотреть. Пришлось достать модуль, и после нескольких попыток удалось заставить его работать. А чтобы каждый раз не собирать всё коекак, было сделано готовое к применению устройство.

Схема устройства показана на **рис. 1**. Главным узлом, вокруг которого всё построено, является модуль A6 — генератор на микросхеме AD9833 с диапазоном частот от 0 МГц до 12,5 МГц (в моём генераторе частота ограничена значением 10 МГц) и тремя видами формы выходных сигналов (прямоугольная, синусоидальная, треугольная). При генерации импульсов прямоугольной формы на выходе присутствует сигнал с уровнем ТТЛ. Амплитуда сигналов синусоидальной и треугольной формы — 0,6 В.

Модуль Arduino Nano (A4) управляет генератором сигналов по шине SPI и выводит информацию на ЖКИ HG1 серии XXXX-1602A (16 разрядов, две строки) по шине I²C через модуль преобразователя этой шины в параллельный код на модуле A5 (PCF8574T), который установлен на контактах дисплея. На ЖКИ выводится информация о частоте выходного сигнала, его форме, включении генератора и напряжении аккумулятора. Если изменения параметров не производились в течение 5 мин, модуль A4 автоматически отключит питание устройства.

Управляется генератор пятью кнопками:

SB1 "ON" — включает/выключает питание устройства;

SB2 "GEN" — включает/выключает сигнал на выходе генератора;

SB3 "PLUS" — увеличивает значение частоты в выбранном разряде;

SB4 "SW" — последовательно производит выбор разряда индикации частоты для её изменения, выбранный разряд мигает, все изменения автоматически сохраняются в EEPROM памяти микроконтроллера;

SB5 "MINUS" — уменьшает значение частоты в выбранном разряде;

SB6 "FORMA" — переключает по кольцу форму выходного сигнала;

SB7 "RES" — дублирует кнопку "RESET" модуля Arduino Nano.

Устройство сделано автономным и питается от Li-Ion аккумулятора G1 типоразмера 18650. Аккумулятор подключён через самодельный модуль A3 — это электронная кнопка включения/выключения питания устройства с возможностью дистанционного отключения питания и контролем напряжения аккумулятора. С выхода модуля A3 напряже-

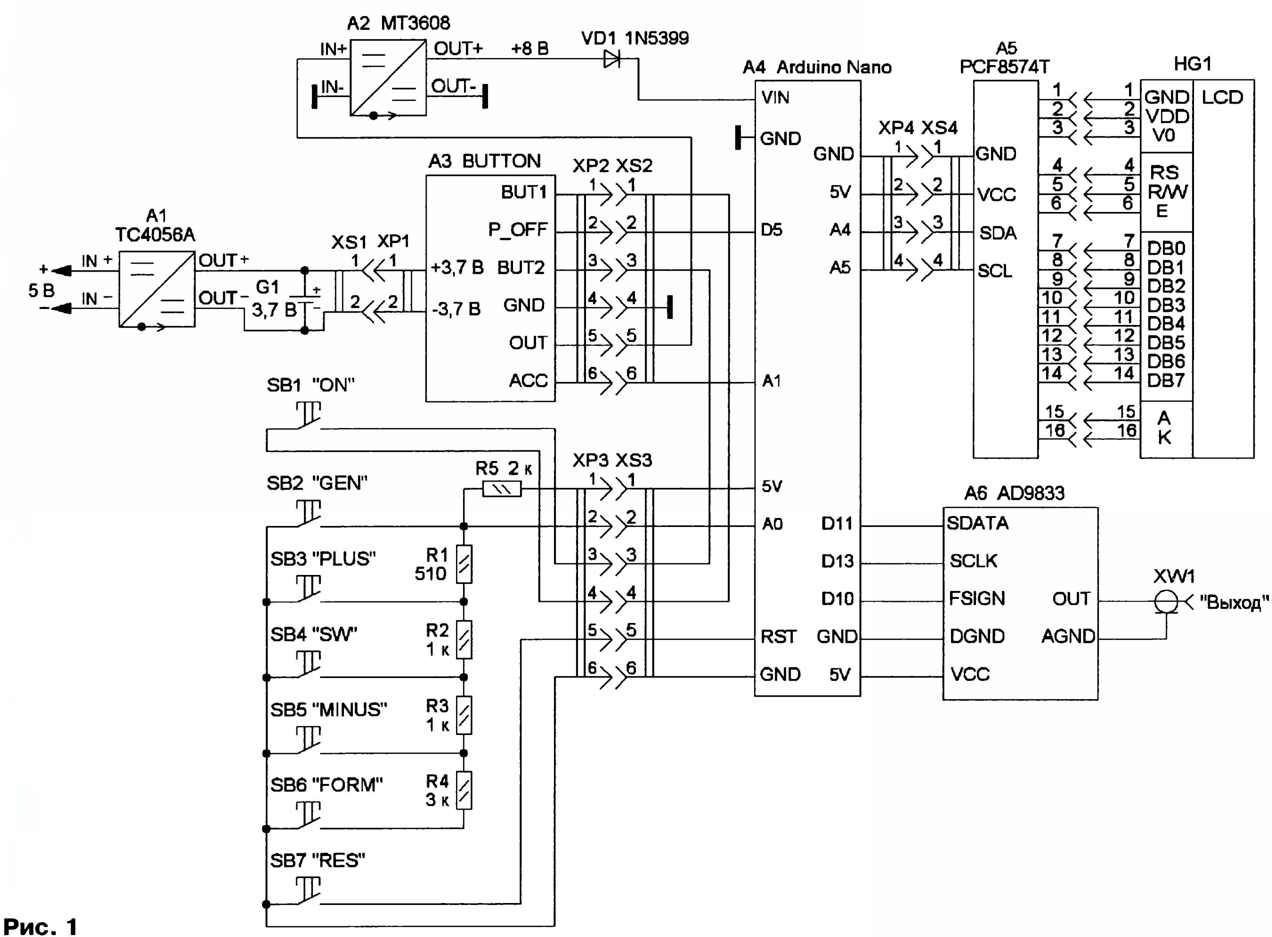



**Рис. 1**

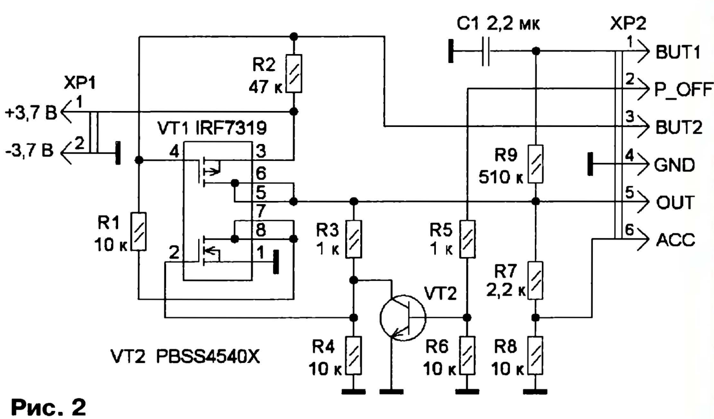



Рис. 2

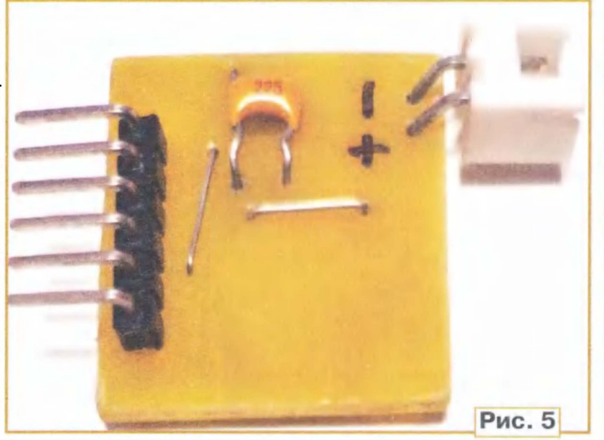
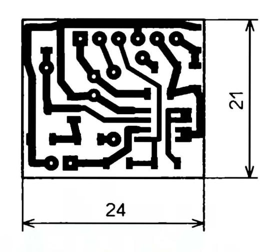
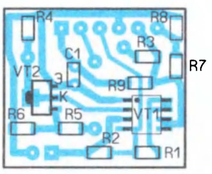


Рис. 5



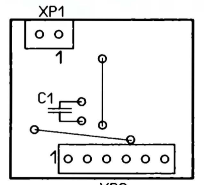




Рис. 3

ние поступает на модуль A2, повышающий напряжение до 8 В, которое через диод VD1 поступает на вход VIN модуля A4 Arduino Nano. Заряжается аккумулятор от внешнего источника питания напряжением 5 В через модуль A1 (TC4056A).

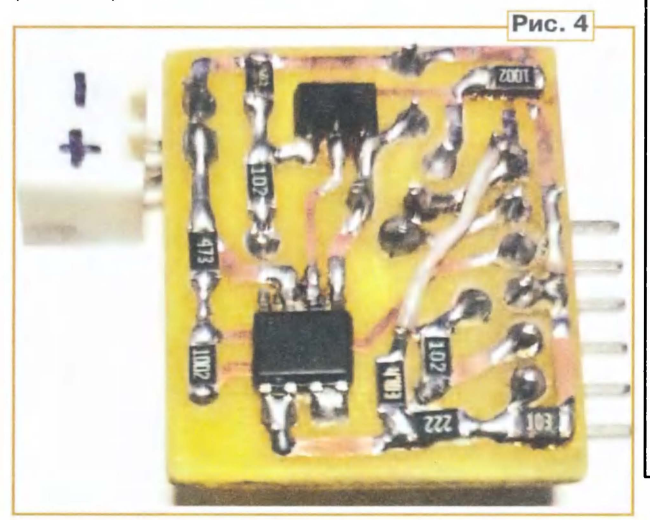


Рис. 4

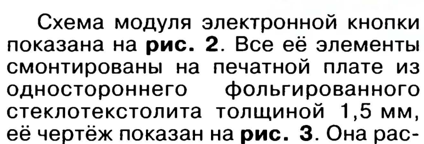
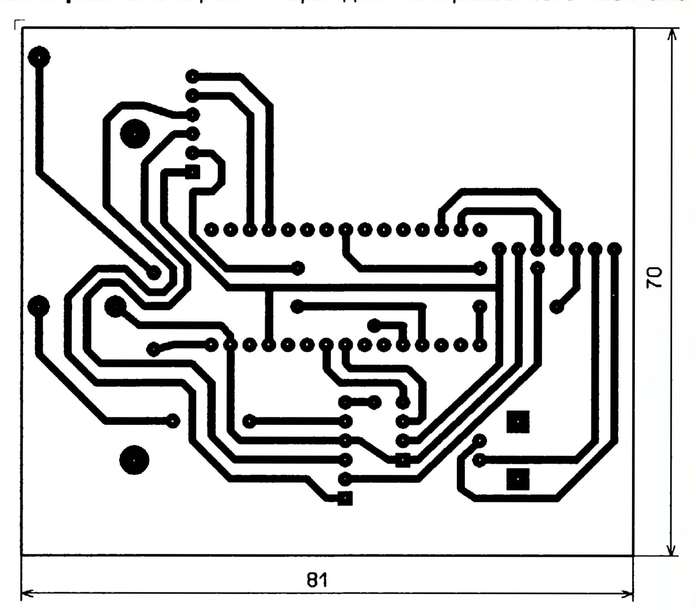


Схема модуля электронной кнопки показана на **рис. 2**. Все её элементы смонтированы на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 3**. Она рассчитана на установку резисторов типоразмера 1206, транзистора VT2 в корпусе SOT-89. На ней есть место для установки как выводного конденсатора серии К10-17, так и конденсатора для поверхностного монтажа



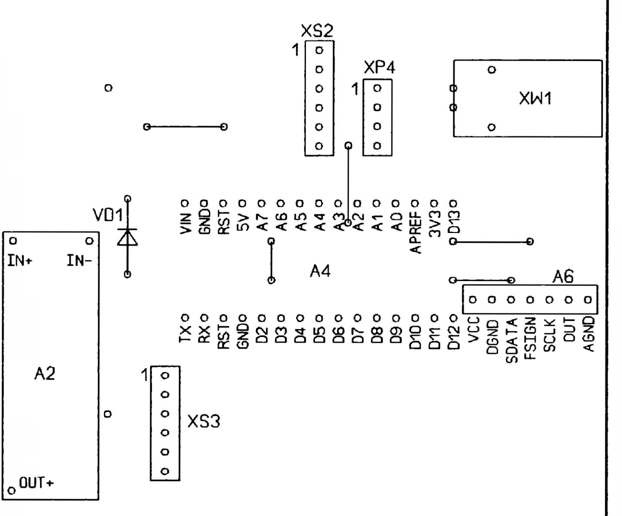
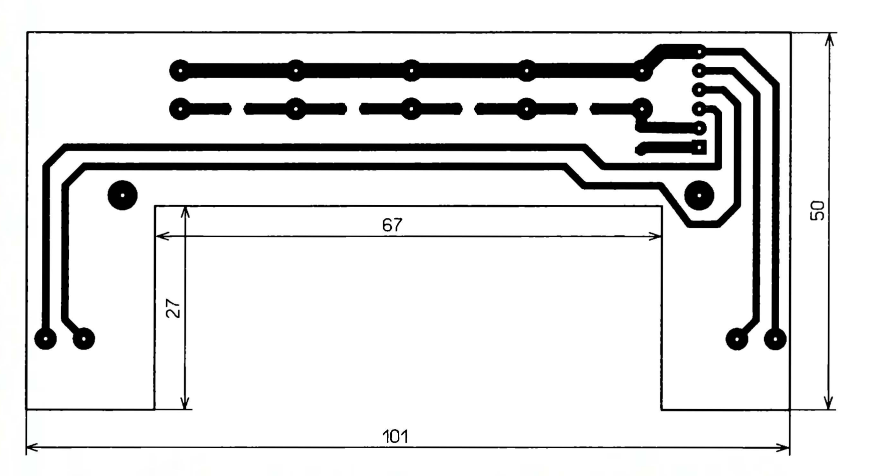
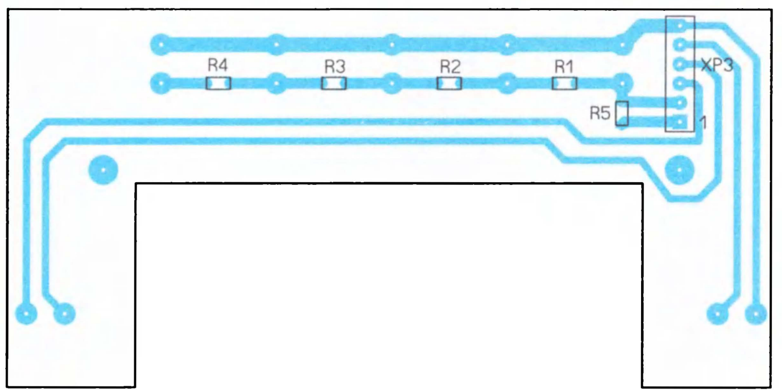




Рис. 6



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



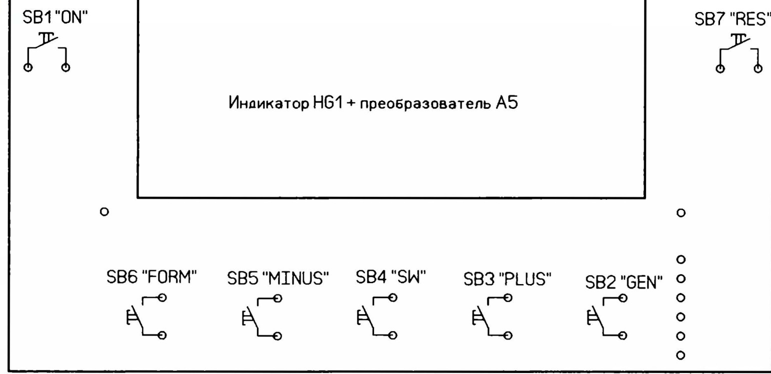




**Рис. 7**

типоразмера 1206. Смонтированная плата модуля показана на **рис. 4** и **рис. 5**.

На плате, чертёж которой показан на **рис. 6**, размещена большая часть узлов устройства. На плате, чертёж которой показан на **рис. 7**, установлены кнопки размерами 6×6×10 мм, приклеен модуль A1 и закреплён ЖКИ. Непосредственно на его разъёме размещён преобразователь A5 (**рис. 8**). Эти платы также изготовлены из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Аккумулятор приклеен с помощью двухсторонней липкой ленты к боковой съёмной крышке корпуса. Размещение элементов в корпусе показано на **рис. 9** и **рис. 10**. Поскольку это был лабораторный макет, были использованы макетные платы, но для повторения конструкции разработаны чертежи печатных плат.

Все элементы размещены в пластмассовом корпусе размерами 120×80×40 мм, внешний вид устройства показан на **рис. 11**. Чертёж передней панели в масштабе 1:1 показан на **рис. 12**. Она напечатана на белой бумаге на лазерном принтере, и после вырезания окна под ЖКИ её ламинируют и приклеивают с помощью двухсторонней липкой ленты или клея, кому как удобно. В верхней части корпуса вырезают прямоугольное отверстие размерами 71×24 мм для дисплея, под два нижних отверстия крепления дисплея приклеивают пластмассовые стойки высотой 6 мм и с резьбой под винт М3. Этими же винтами крепится плата с кнопками, при этом крепёжные отверстия ЖКИ и платы кнопок должны совпадать. В верхней части корпуса в штатных стойках корпуса, на расстоянии 6 мм от передней стенки, ножовочным полотном делаются прорези, куда вставляется верхняя часть платы ЖКИ, как видно на рис. 10. В нижней части корпуса удаляют все четыре штатные стойки корпуса (мешали установке аккумулятора и основной платы), два крепёжных отверстия основной платы сделаны под маленькие крепёжные стойки корпуса, и плата крепится в корпусе с помощью винтов-саморезов, идущих в комплекте с корпусом. Поскольку отверстия в нижней части корпуса закрыты платой и аккумулятором и соединить верхнюю и нижнюю части корпуса заводским способом нет возможности, в верхней части корпуса

**Рис. 8**

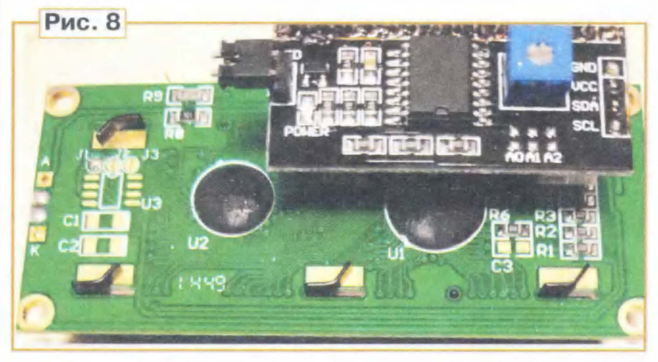
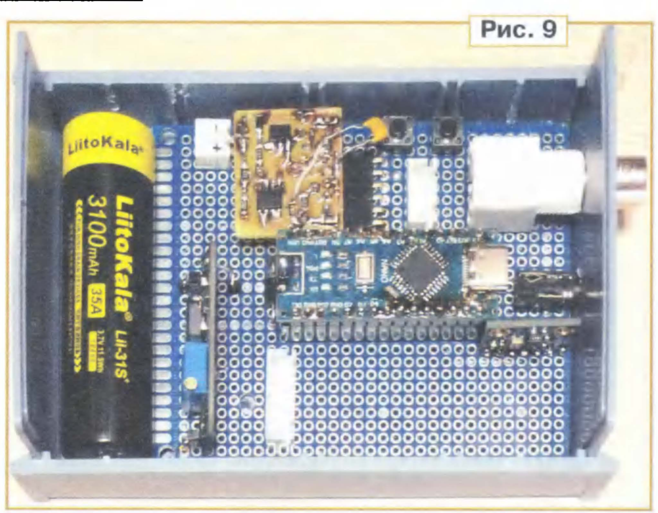



**Рис. 9**





Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

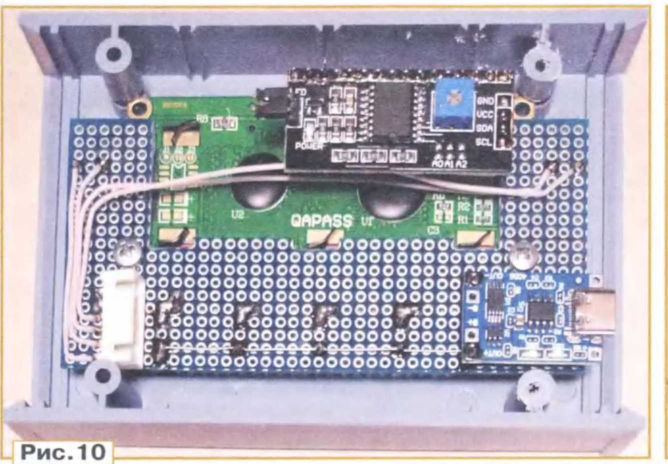

Рис. 10



Рис. 11

ON RES

AD9833 + NANO

FORM MINUS SW PLUS GEN

Рис. 12

дихлорэтаном приклеены пластмассовые крепления размерами 20×10×2 мм, с выступом над корпусом 10 мм. После сборки корпуса в нижней части, напротив креплений, сверлят отверстия, и две половинки закрепляются с помощью винтов-саморезов.

Налаживания устройство не требует, если оно собрано без ошибок, после сборки устройство сразу начинает работать. Все библиотеки, которые применены в программах, можно загрузить с сайта GitHub (**https://github.com/ru-doc**).

***От редакции.*** *Скетч для модуля Arduino Nano находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/gen.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

# Зарядное устройство для аккумуляторной батареи 12 В

*С. БИРЮКОВ, г. Москва*

***В садовом опрыскивателе, используемом автором, установлена батарея из трёх Li-Ion аккумуляторов с встроенной платой, защищающей её от перезарядки и переразрядки. Штатное зарядное устройство для этой батареи вышло из строя, возможный вариант его построения описан в статье.***

В садовом опрыскивателе установлена аккумуляторная батарея 12V8AH. Маркировка на ней не соответствует её реальным параметрам — напряжение 12 В на ней присутствует практически только сразу после зарядки, в процессе разрядки оно быстро снижается до 11,1 В (3,7 × 3 = 11,1), а реальная ёмкость при разрядке током 2 А равна 5 А•ч. При разрядке до напряжения около 9 В защитная плата отключает нагрузку от батареи.

Штатное зарядное устройство обеспечивало ток около 1 А. У автора имелся в наличии импульсный источник питания 12 В, 2,5 А на микросхеме TOP244Y из демонстрационного набора фирмы Power Integrations. Непосредственно использовать его для зарядки аккумуляторной батареи нельзя, поскольку подключение источника питания к разряженной до 9 В батарее приводило к его выключению, а выходное напряжение недостаточно для полной зарядки. Необходимо было повысить его выходное напряжение и доработать источник так, чтобы при достижении необходимого тока он снижал своё выходное напряжение и переходил в режим стабилизации тока.

Схема использованного источника с произведённой доработкой приведена на **рис. 1**. На схеме слева от транзистора VT1 и микросхемы DA2 — элементы импульсного источника питания, VT1, DA2 и связанные с ними детали —

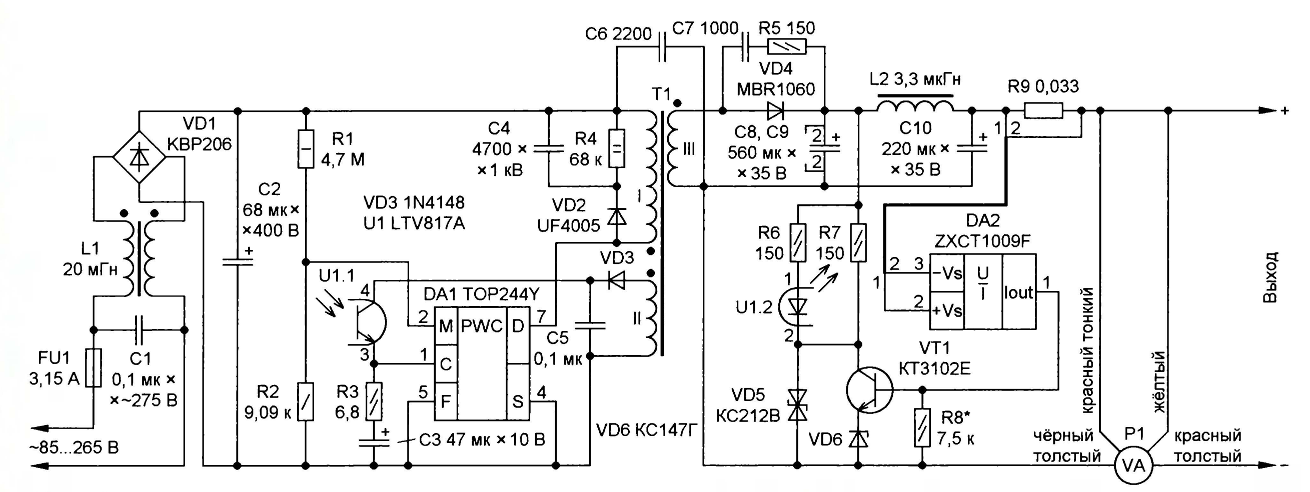



**Рис. 1**

дополнительные элементы, обеспечивающие переход источника в режим стабилизации тока. Добавлены микросхема DA2, транзистор VT1, стабилитрон VD6, резисторы R8, R9 и вольтметр-амперметр P1.

Описание работы импульсных источников питания на микросхемах фирмы Power Integrations и их расчёт приведены в [1] и [2]. В использованном устройстве стабилизация выходного напряжения производится по варианту, приведённому в [1] на рис. 13,в. Для повышения выходного напряжения с 12 до 13,5 В стабилитрон VD5 на 10 В заменён на аналогичный прибор на 12 В.

Схема источника традиционна для рекомендуемых фирмой Power Integrations. Особенностью преобразователя является наличие делителя напряжения R1R2, подключённого к входу M микросхемы TOP244Y. Эта цепь обеспечивает зависимость тока ограничения ключевого транзистора микросхемы от входного напряжения, что облегчает режим работы преобразователя в широком интервале входного напряжения сети — от 85 до 265 В.

В журнале "Радио" ранее было описано, как переводить импульсные преобразователи напряжения в режим стабилизации тока, если в них есть точка, которую можно считать входом подстройки и на которую можно подавать уменьшающий выходное напряжение втекающий ток [3]. В этом преобразователе такой точки нет, но для уменьшения его выходного напряжения и перевода в режим стабилизатора тока стабилитрон VD5, определяющий выходное напряжение, шунтируется транзистором VT1, ток коллектора которого увеличивается с увеличением выходного тока. В этом отношении используемая цепь стабилизации с преобразователем напряжения с датчика тока в ток на микросхеме ZXCT1009F очень похожа на аналогичную из [3], но используется коллекторный ток транзистора, а не напряжение с его эмиттера. Стабилитрон VD6 в цепи эмиттера транзистора VT1 служит для улучшения температурной стабильности выходного тока.

В качестве токоизмерительного шунта используются три резистора для

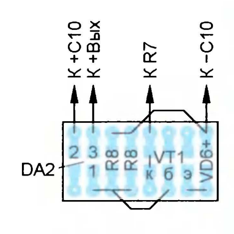



**Рис. 2**

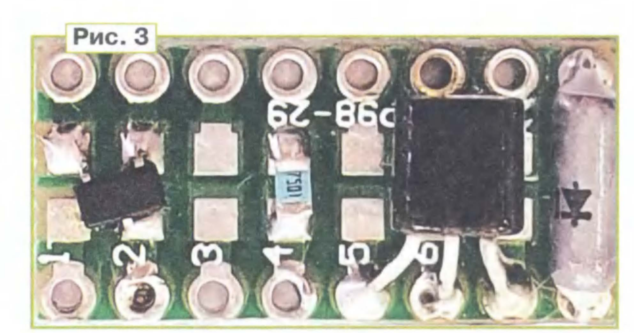



**Рис. 3**

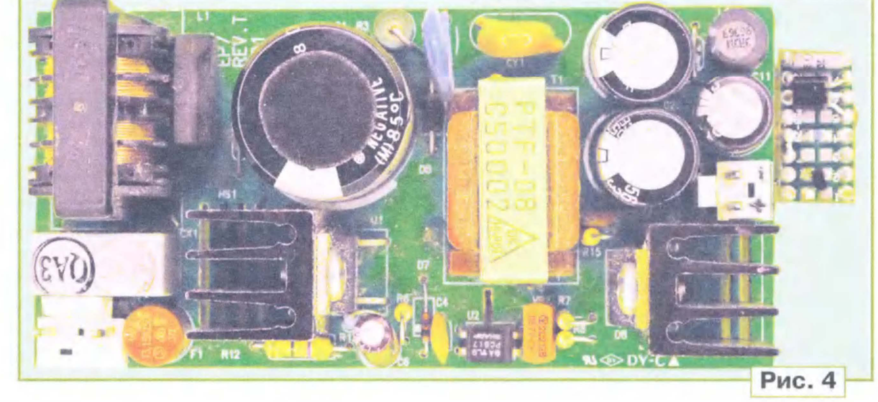


**Рис. 4**

поверхностного монтажа типоразмера 1206 с сопротивлением 0,1 Ом, соединённых параллельно. Для их установки на плате преобразователя широкий печатный проводник от плюса конденсатора C10 к выходному разъёму перерезан, и эти резисторы установлены над разрезом. Резистор R8 — типоразмера 0805. Транзистор VT1 — практически любой маломощный структуры n-p-n, для установки на используемую плату удобно применить транзисторы для поверхностного монтажа в таком же корпусе SOT-23, что и микросхема ZXCT1009F, например BC847C. Цифровой вольтметр-амперметр P1 — четырёхразрядный, приобретён в интернет-магазине, его тонкий чёрный провод никуда подключать не надо.

Детали, используемые для доработки, установлены на печатной плате размерами 10,5×20,5 мм, приобретённой в интернет-магазине. На плате на расстоянии 7,62 мм друг от друга выполнены два ряда по восемь металлизированных отверстий с шагом 2,54 мм и пары контактов для элементов, предназначенных для поверхностного монтажа. На **рис. 2** приведён схематичный чертёж установки элементов и перемычек на плате (для резистора R8 отведены два посадочных места для возможного подбора сопротивления), а на **рис. 3** — фотография с установленными элементами до распайки перемычек.

Плата с установленными деталями крепится к плате преобразователя двумя отрезками медного провода диаметром 1 мм, один подпаян к контактной площадке 3 DA2 и к +Вых, второй — к аноду стабилитрона VD6 и к минусовому выводу конденсатора C10. Два других соединения выполнены тонким гибким изолированным проводом МГТФ (**рис. 4**).

Зарядное устройство собрано в пластмассовом корпусе с габаритными размерами 142×82×39 мм. По периметру корпуса в его узких стенках для вен-

тиляции насверлены отверстия диаметром 6 мм.

Налаживание устройства заключается в подборе стабилитрона VD5 для обеспечения выходного напряжения преобразователя на холостом ходу в пределах от 13 до 13,6 В (можно последовательно со штатным стабилитроном VD5 1N5240C включить два маломощных кремниевых диода) и установке зарядного тока, равного 2,1...2,4 А, при выходном напряжении 10 В. Если после сборки ток меньше, при установленном на плату резисторе R8 следует подобрать на длинных проводах обычный резистор, подключаемый параллельно ему для обеспечения необходимого тока, а затем впаять резистор для поверхностного монтажа ближайшего номинала на место рядом с установленным.

На **рис. 5** показана экспериментальная зависимость выходного напряжения изготовленного зарядного устройства от тока.

Таким образом, при подключении к зарядному устройству разряженной до 9 В батареи зарядный ток вначале равен 2,15 А, по мере зарядки и повышении напряжения на нём до 12,6 В ток уменьшается примерно до 2 А. Далее защитная плата аккумуляторной батареи прекращает зарядку, а выходное напряжение зарядного устройства скачком увеличивается до 13,6 В.

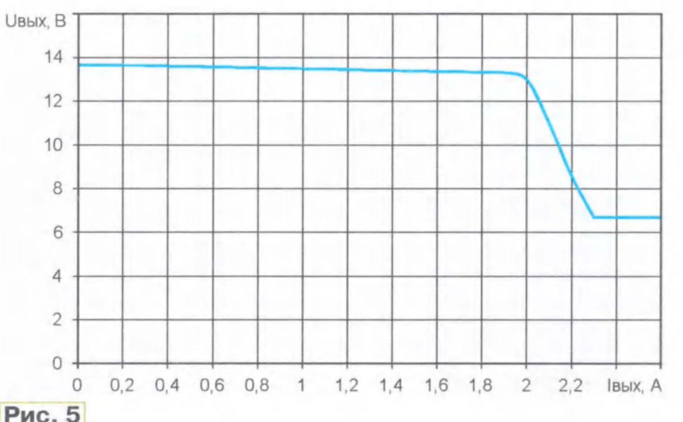


**Рис. 5**

Цифровой вольтметр-амперметр P1 позволяет следить за процессом зарядки. Не включая зарядное устройство в сеть, прибор P1 можно также использовать как вольтметр для контроля степени зарядки батареи, подключив его к выходу зарядного устройства. Можно упростить и удешевить устройство, заменив вольтметр-амперметр P1 на вольтметр, причём можно использовать как двухпроводный, так и трёхпроводный вольтметр. Можно вообще исключить измеритель P1, установив вместо стабилитрона VD6 любой светодиод. В процессе зарядки он будет светиться, а после окончания погаснет. При установке светодиода вместо стабилитрона резистор R8 потребуется с меньшим сопротивлением.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Бирюков С.** Сетевые обратноходовые источники питания на микросхемах серии TOP22x. — Схемотехника, 2002, № 7, с. 6—10; № 8, с. 7—9; № 9, с. 7, 8.

2. **Бирюков С.** Сетевые обратноходовые источники питания на микросхемах TOPSwitch-FX. — Схемотехника, 2002, № 10, с. 14—17; № 11, с. 9—11.

3. **Бирюков С.** Зарядное устройство ... из кубиков. — Радио, 2021, № 12, с. 13, 14.

# Вариант зарядно-восстановительного устройства или вторая "жизнь" аккумуляторов

*А. ШУМИЛОВ, г. Архангельск*

В советское время, ввиду всеобщего дефицита, были очень популярны различные способы восстановления и продления работы гальванических элементов питания. В статьях Б. И. Богомолова [1, 2] был описан способ восстановления (регенерации) гальванических элементов и приведены схемы устройств.

В настоящее время дефицита гальванических элементов в продаже не наблюдается, однако цены на некоторые элементы питания (и особенно на "раскрученные" рекламой бренды) могут "кусаться". Поэтому, по мнению автора статьи, тема восстановления гальванических элементов питания и продления их "жизни" всё ещё не закрыта и до сих пор актуальна.

Как указано в статье [2], на выходе такого зарядно-восстановительного устройства получается "фигурная" форма зарядного тока. В результате происходит "встряхивание" ионного движения в гальваническом элементе, что благоприятно сказывается на процессе его регенерации.

Поводом к доработке и дальнейшему использованию этого зарядно-восстановительного устройства (далее — ЗВУ) более 25 лет назад послужила неисправность автомобильной аккумуляторной батареи (вероятно, ввиду сульфатации пластин). Аккумуляторная батарея не поддавалась зарядке полуавтоматическим зарядным устройством промышленного изготовления, оно сразу же отключалось. Здраво рассудив, что автомобильная аккумуляторная батарея, в принципе, такая же, только уж очень большая и тяжёлая, решил попробовать её восстановить с помощью этого ЗВУ. После подключения к ЗВУ автомобильной батареи и установки тока зарядки 150 мА аккумуляторная батарея заряжалась в течение десяти часов и затем под нагрузкой (фары дальнего света) показала номинальное напряжение. После такой "процедуры" автомобиль даже завёлся от этой батареи, но она была всё-таки дозаряжена до полной ёмкости тем же самым зарядным устройством промышленного изготовления, которое теперь уже не отключалось.

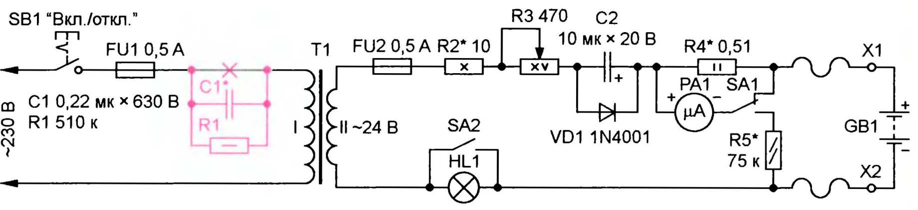


**Рис. 1**

Как впоследствии оказалось, это ЗВУ наиболее пригодно как раз для восстановления именно аккумуляторных батарей и отдельных аккумуляторов. Подобным самодельным зарядно-восстановительным устройством было восстановлено множество нерабочих аккумуляторов от мобильных телефонов, смартфонов и планшетов, которые получили фактически вторую

РАДИО · ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ · Приём статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru · РАДИО № 1, 2023

"жизнь". Восстанавливались и подзаряжались как аккумуляторные батареи (в основном автомобильные), так и отдельные аккумуляторы (с номинальным напряжением от 1,2 до 3,9 В). С целью расширения интервала токов зарядки схема ЗВУ была дополнена и доработана. Доработанный вариант схемы ЗВУ представлен на **рис. 1**.

В устройстве можно использовать понижающий трансформатор с напряжением вторичной обмотки 12...25 В и выходным током 0,3...1 А, проволочный токоограничивающий резистор R2 мощностью 10—15 Вт и сопротивлением 10...47 Ом, проволочный переменный резистор R3 мощностью 10—15 Вт и сопротивлением 330...470 Ом (использован ППБ-15Г), проволочный шунтирующий резистор R4 мощностью не менее 2 Вт (использован С5-16В), диод VD1 — любой из серии 1N400х или подобный с допустимым током 0,3...1 А, конденсатор С2 — ёмкостью 10...15 мкФ на напряжение 15...25 В (желательно К53-4 или подобный). В крайнем случае возможна установка на месте С2 обычного полярного оксидного конденсатора. Однако в этом случае не рекомендуется устанавливать ток зарядки более 50 мА. На месте R1 и R5 можно применить резисторы МЛТ или подобные. Переключатель SA1 — любой маломощный, поскольку основной ток идёт через шунтирующий резистор R4.

**Очень важно:** при монтаже устройства следует сначала на плату установить резистор R4, припаять к нему силовые провода, а только потом к этому резистору припаивать провода, идущие к микроамперметру PA1 и переключателю SA1. В качестве переключателя SA1 можно применить любую маломощную кнопку с фиксацией в нажатом положении или тумблер на два положения. Переключатель SA2 должен выдерживать ток не менее 150 мА.

В случае наличия только понижающего трансформатора с напряжением вторичной обмотки более 30 В (и отсутствия отводов вторичной обмотки) после плавкой вставки FU1 в разрыв провода, идущего к первичной обмотке, следует поставить гасящий конденсатор С1 с параллельно подключённым резистором R1 (дополнительные элементы на схеме выделены красным цветом). Для ограничения броска тока при подключении ЗВУ к сети 230 В между плавкой вставкой FU1 и цепью C1R1 можно включить дополнительный резистор сопротивлением 33...51 Ом мощностью 0,5...2 Вт, желательно МЛТ. В случае сильного нагрева этот резистор следует заменить более мощным. На месте С1 применялся конденсатор К73-17в на напряжение 630 В. Ёмкость конденсатора С1 можно как рассчитать по формуле [3], так и подобрать экспериментально по нужному напряжению на вторичной обмотке конкретного используемого понижающего трансформатора. Резистор R1 обеспечивает быструю разрядку конденсатора С1 и предотвращает удар током при случайном касании рукой контактов сетевой вилки XP1 после отключения устройства от сети 230 В при нажатой кнопке SB1. Кнопка SB1 с фиксацией в нажатом положении должна быть рассчитана на коммутацию напряжения не менее 250 В и ток не менее 1 А. В качестве SB1 можно также применить тумблер с аналогичными параметрами. Плавкую вставку FU1 по предельно допустимому току подбирают под конкретный используемый понижающий трансформатор.

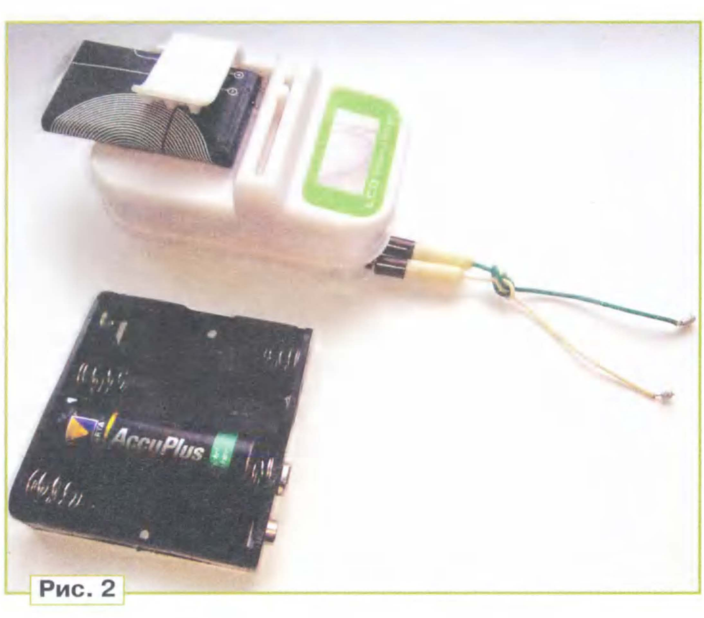


Рис. 2

Токоограничивающий резистор R2 ограничивает максимальный ток зарядки. Переменным резистором R3 регулируют ток зарядки. Лампа HL1 устраняет бросок тока при подключении устройства к восстанавливаемому аккумулятору, ограничивает рабочий ток зарядки, служит дополнительным индикатором зарядки и защищает устройство от случайного замыкания на выходе. В качестве HL1 можно использовать низковольтную лампу накаливания (например, на 6,3 В, 300 мА). Переключатель SA2 позволяет пользоваться устройством при внезапном перегорании лампы HL1, окислении её контактов в патроне и невозможности её быстрой замены. Для визуальной индикации и контроля тока зарядки и выходного напряжения применён стрелочный микроамперметр PA1 (в моём случае — стрелочный индикатор уровня записи М476/1).

Формулы для приблизительного расчёта шунтирующего и добавочного резисторов (R4 и R5 на схеме рис. 1) взяты из [4]:

$R_{шунт.} = R4 = (I_и \cdot R_и) / (I_{и.макс} - I_и)$,

где $I_и$ — максимальный ток стрелочного индикатора, мА; $R_и$ — сопротивление рамки стрелочного индикатора, Ом; $I_{и\ макс}$ — требуемое наибольшее значение измеряемого тока, мА.

$R_{доб.} = R5 = (U_{изм} / I_и) - R_и$,

где $U_{изм}$ — максимальное измеряемое напряжение, В; $I_и$ — максимальный ток стрелочного индикатора, А; $R_и$ — сопротивление рамки стрелочного индикатора, Ом.

Сопротивления резисторов R4 и R5 рассчитаны по нужным для пользователя пределам измерения: тока — 150 мА и напряжения — 15 В. Естественно, при использовании стрелочного индикатора другой марки и при других необходимых пределах измерения тока и напряжения сопротивления резисторов R4 и R5 потребуется пересчитать и затем более точно подобрать при окончательной калибровке индикатора. При нахождении контактов переключателя SA1 в указанном на схеме положении индикатор PA1 показывает ток зарядки, в противоположном — подаваемое напряжение на восстанавливаемый аккумулятор (а при отключении устройства от сети 230 В — напряжение холостого хода подключённого аккумулятора). Для удобства визуального контроля тока и напряжения сверху и снизу шкалы индикатора на корпус устройства можно приклеить шкалу с указанием значений тока и напряжения (откалибровать по цифровому мультиметру), поверх шкалы желательно наклеить прозрачную липкую ленту для защиты от загрязнения и стирания надписей.

Для более достоверного измерения напряжения на восстанавливаемом аккумуляторе следует отключить устройство от сети 230 В и кратковременно подключить параллельно аккумулятору вместе с индикатором PA1, включённым в режим вольтметра, нагрузку в виде лампы накаливания или резистора сопротивлением 2...30 Ом мощностью 2...5 Вт. Для удобства подключения нагрузки можно также установить отдельную кнопку или тумблер (несколько кнопок или тумблеров для подключения нагрузок различной мощности). Для точного измерения напряжения на маломощных аккумуляторах достаточно просто подключения к ним индикатора PA1 в режиме вольтметра, поскольку он сам по себе является маломощной нагрузкой.

При попытке восстановления неисправного аккумулятора (особенно с остаточным напряжением 0...0,5 В) не следует выставлять слишком большой зарядный ток. Часто вполне достаточно 10...50 мА, здесь главное — выдаваемая устройством "фигурная" форма зарядного тока.

Единственный недостаток этого устройства — отсутствие защиты от перезарядки восстанавливаемого аккумулятора, поэтому требуется постоянный контроль зарядного тока, времени зарядки и напряжения восстанавливаемого аккумулятора.

Зарядка аккумулятора, как правило, производится током, равным 10 % от но-


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

минальной ёмкости, в течение 10...12 ч. При использовании этого ЗВУ обычно хватало даже трёх-пяти часов на полное восстановление работоспособности аккумулятора от мобильного телефона, смартфона или планшета. По крайней мере, 30 мин всегда хватало на то, чтобы определить, будет восстанавливаться заряжаемый аккумулятор или нет. Поскольку максимальный ток зарядки в устройстве ограничен значением 150 мА (и, как правило, выставлялся в пределах 30...70 мА), перегрева заряжаемых аккумуляторов не наблюдалось.

Для временного размещения восстанавливаемого аккумулятора типоразмеров АА и ААА удобно пользоваться пластиковым боксом (отсеком) с пружинящими контактами (**рис. 2**). Желательно подключать к ЗВУ каждый аккумулятор отдельно, не в последовательном соединении с другими аккумуляторами, потому что самый "худший" аккумулятор неизбежно ограничит ток зарядки, что отрицательно скажется на времени и качестве регенерации всей составной батареи. В случае необходимости восстановления одновременно двух аккумуляторов (особенно разных типов, номинальных напряжений и ёмкостей) следует собрать устройство по схеме, фрагмент которой показан на **рис. 3**. Эту часть следует подключить к ЗВУ на рис. 1, переместив резистор R4 и микроамперметр PA1 из плюсовой в минусовую линию, отключить нижний по схеме вывод резистора R5 от минусовой линии и подключить его к контакту 1 переключателя SA1, а верхний по схеме вывод резистора R5 подключить к плюсовой линии (к точке соединения плюсового вывода конденсатора C2, катода диода VD1 и провода, идущего к зажиму X1). Левый по схеме вывод резистора R6 следует подключить к точке соединения резисторов R2 и R3.

Токоограничивающий резистор R2 (см. рис. 1) ограничивает верхний предел общего тока зарядки. Переменными резисторами R3 (на рис. 1) и R6 (рис. 3) регулируют ток зарядки отдельно для аккумуляторов (или батарей) GB1 и GB2. Переключатель SA1 — на три положения. В верхнем положении (1) переключателя SA1 индикатор PA1 будет показывать напряжение на GB1, в среднем положении (2) — общий ток зарядки для GB1 и GB2, в нижнем положении (3) — напряжение на GB2. Поскольку главный показатель — ток зарядки, то основным рабочим положением переключателя SA1 будет среднее (2).

При необходимости контроля тока зарядки по каждому восстанавливаемому аккумулятору можно временно в процессе зарядки отсоединять зажим X1 или X3 от GB1 или GB2. Временное отключение/подключение в процессе зарядки для литий-ионных аккумуляторов с номинальным напряжением

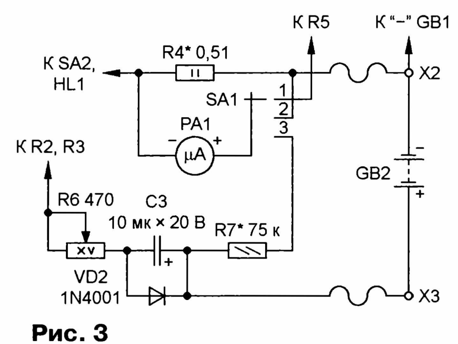



**Рис. 3**

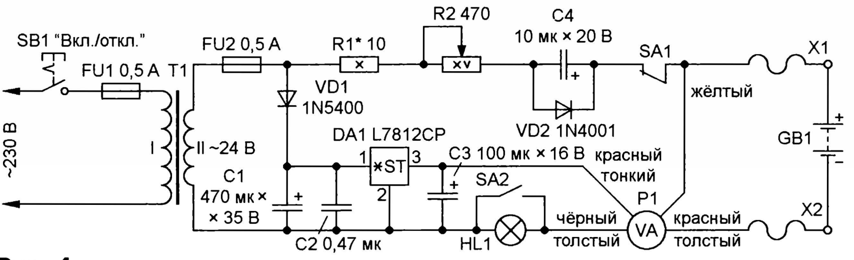



**Рис. 4**

3,7...3,9 В ничем не грозит. Однако никель-кадмиевые и никель-металлгидридные аккумуляторы типоразмеров АА и ААА с номинальным напряжением 1,2 В из-за "эффекта памяти" придётся восстанавливать немного вслепую, без отключения их от ЗВУ для текущей проверки, ориентируясь только на их паспортную ёмкость, начальный зарядный ток и время зарядки. Но, если имеются два одинаковых стрелочных индикатора, их можно поставить в устройство в соответствии со схемой, показанной на рис. 1. В этом случае можно будет независимо контролировать ток зарядки и напряжение на каждом подключённом аккумуляторе. В случае сильного нагрева общего токоограничивающего резистора R2 (см. рис. 1) его следует заменить более мощным.

В качестве контрольно-измерительного прибора в ЗВУ можно также применить цифровой вольтметр-амперметр, например DSN-VC288. Это позволит более точно выставлять ток зарядки и одновременно контролировать напряжение на восстанавливаемом аккумуляторе. Схема устройства с цифровым индикатором представлена на **рис. 4**.

Для питания цифрового индикатора P1 используется стабилизатор напряжения DA1 с выходным напряжением +12 В на базе интегрального стабилизатора L7812. Поскольку напряжение питания этого цифрового индикатора может быть в пределах 4...30 В, то, в зависимости от напряжения на вторичной обмотке конкретного применяемого понижающего трансформатора, можно применить и другие стабилизаторы из серии 78xx, например, 7805, 7806, 7809, 7815, 7818, 7824.

В случае применения стабилизатора 7818 или 7824 не забудьте установить конденсатор C3 на напряжение не менее 25 В. Для снижения возможных помех параллельно конденсатору C3 можно установить керамический конденсатор ёмкостью 0,1...0,2 мкФ. Дополнительный конденсатор следует припаять непосредственно к выводам C3. В случае существенного нагрева стабилизатора DA1 его следует установить на небольшой теплоотвод. Во избежание сильного нагревания диода VD1 желательно применять аналогичный указанному на схеме кремниевый выпрямительный диод с максимально допустимым током не менее 1,5 А. В крайнем случае вместо одиночного мощного диода VD1 можно поставить два параллельно включённых одинаковых диода из серии 1N400x или подобные однотипные. Также следует иметь в виду, что чёрный тонкий провод цифрового индикатора P1 никуда не подключают, он гальванически связан с толстым чёрным проводом.

При размыкании контактов переключателя SA1 (переключении в нижнее по схеме положение) индикатор P1 покажет напряжение холостого хода восстанавливаемого аккумулятора. Временное подключение нагрузки покажет реальное напряжение на аккумуляторе, а также позволит приблизительно оценить качество его восстановления и ёмкость. Лампа HL1 и переключатель SA2 выполняют те же функции, что и на рис. 1 и рис. 3. Переключатели SA1 и SA2 (рис. 4) должны выдерживать ток не менее 150 мА.

ЗВУ с цифровым индикатором успешно работает в составе самодельного комбинированного устройства (содержит регулируемый стабилизатор напряжения с двойной защитой, зарядно-восстановительное устройство для аккумуляторов, выход 12 В для питания

**Рис. 5**

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

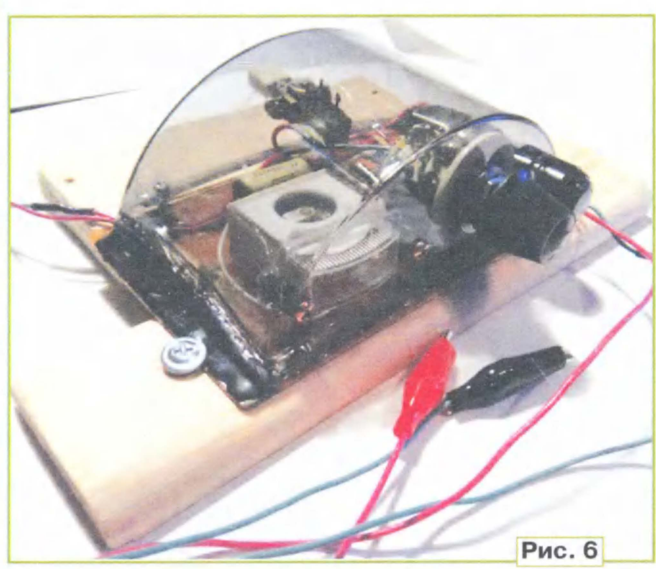

Рис. 6



Рис. 7

микродрели, контрольный стерео-УНЧ). Внешний вид такого комбинированного устройства показан на **рис. 5**.

Другой экземпляр ЗВУ выполнен по схеме, показанной на рис. 1, и оформлен в виде приставки к самодельному трансформаторному регулируемому блоку питания (БП). Внешний вид приставки показан на **рис. 6** и **рис. 7**. Приставка на рис. 7 располагается сверху БП. В качестве корпуса приставки использована часть корпуса от кассового аппарата, приклеенная термоклеем к плате. Печатная плата не разрабатывалась. Для размещения деталей устройства использовалась освобождённая от деталей печатная плата от нерабочей радиоаппаратуры, на которой по максимуму использовались нужные печатные проводники. Компоновка и крепёж приставки на деревянных рейках в данном случае обусловлены наличием выступающей ручки для переноски на верхней поверхности корпуса БП. Также эти рейки не дают смещаться корпусу приставки к стене. Переменное напряжение на приставку подаётся с вторичной обмотки понижающего трансформатора БП через плавкую вставку FU2, установленную на плате ЗВУ. Для оперативного отключения приставки от блока питания предусмотрено внешнее разъёмное соединение — применён разъём МГК1-1. С заряжаемым аккумулятором ЗВУ соединяется разноцветными проводами длиной 1 м с зажимами "крокодил" на концах (рис. 6). Во избежание влияния сопротивления соединительных проводов, а также шунтирующего резистора R4 (см. рис. 1 и рис. 3) на точность показаний индикатора калибровку как стрелочного, так и цифрового индикатора следует производить при подключении контрольного цифрового мультиметра непосредственно к выходным зажимам X1 и X2 (X2 и X3) при подключённом аккумуляторе (режим измерения напряжения) или между одним из выходных зажимов (X1 или X3) и плюсовым выводом аккумулятора (режим измерения тока) — см. рис. 1, рис. 3, рис. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Богомолов Б.** Восстановление элементов марганцево-цинковой системы. — Радио, 1981, № 7—8, с. 75.

2. **Богомолов Б.** Вторая "жизнь" гальванических элементов. — Радио, 1991, № 5, с. 64—67.

3. **Бирюков С.** Простое зарядное устройство. — Радио, 1997, № 3, с. 50.

4. **Борисов В.** Юный радиолюбитель. 7-е изд., перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1985, с.114, 115.



# Второй паяльник

*Ю. БУЛЫЧЕВ, г. Омск*

Переход на компоненты для поверхностного монтажа (SMD-компоненты) создал проблему — при сборке изделий для пайки основной массы таких компонентов требуется паяльник с тонким жалом, которое для пайки более крупных компонентов не годится, в связи с чем приходится в процессе сборки платы несколько раз менять жало в паяльнике. Конечно, это операция не сложная и не особо трудозатратная, но она отнимает время, да и смену жала в горячем паяльнике руками не сделаешь, а применение инструмента может привести к повреждению паяльника. Напрашивается вывод, что нужен ещё один паяльник, но хотелось бы, чтобы он был таким же лёгким и удобным, как рабочий. Очевидно, что приобретение второй паяльной станции — не лучший вариант с точки зрения затрат, а тем более рабочей станции с двумя паяльниками.

Так как масса и размеры паяльной станции обычно определяются применённым в ней источником питания, было принято решение в качестве второго паяльника использовать паяльник с питанием 230 В. Такой паяльник купить не сложно, но хотелось бы, чтобы он был не хуже рабочего на паяльной станции, т. е. чтобы был таким же лёгким и удобным и смог поддерживать заданную температуру жала. Такие паяльники тоже есть в продаже, причём двух типов, с регулятором температуры внутри ручки паяльника и регулятором в отдельном корпусе. Однако оказалось, что недорогие паяльники с регулятором температуры внутри ручки никакого регулятора температуры не содержат, на самом деле внутри ручки обычный диммер. Причём это касается не только паяльников с одним регулятором в ручке, но и даже якобы с индикатором температуры. Тем не менее, паяльник с регулятором температуры внутри ручки найти можно, их отличает заметно более высокая цена и увеличенные габариты. Однако оба типа указанных паяльников обладают существенным для автора недостатком, а именно — их жала иные, чем в применяемой в паяльной станции автора. А это означает, что располагая комплектом жал серии 900M-T, придётся покупать другой комплект для второго паяльника, что, по мнению автора, совершенно излишне.

Исходя из сказанного возникла идея — в качестве второго паяльника нужен точно такой же паяльник, как и основной рабочий на паяльной станции, с полноценным регулятором и ста-

билизацией температуры, но с питанием от сети 230 В. Так как устройство управления в ручку такого паяльника явно не поместится, возникла проблема её размещения. Вариант размещения управления в корпусе вилки оказался непригодным из-за слишком больших размеров устройства управления. Отдельная коробка — неплохой вариант, но нашёлся лучший вариант — размещение устройства управления в процессе поиска обнаружилось ещё одно важное отличие. Нагреватели паяльников на 24 В укомплектованы термопарой, тогда как подходящие по размерам нагреватели на 230 В — терморезистором. С одной стороны, терморезисторы упрощают узел контроля температуры, а с другой — требуют гибкой системы адаптации, поскольку параметры терморезисторов существенно различаются.

В отличие от прошлых работ с применением Wi-Fi, автор решил отказаться от использования микроконтроллера (МК) ESP8266, так как уже предварительная попытка его применения в описываемом проекте выявила проблемы — задача оказалась для него слишком тяжёлой. При этом вместо использования модуля на гораздо более мощном МК ESP32 оказалось выгоднее приобрести "конструктор" из готовой пла-

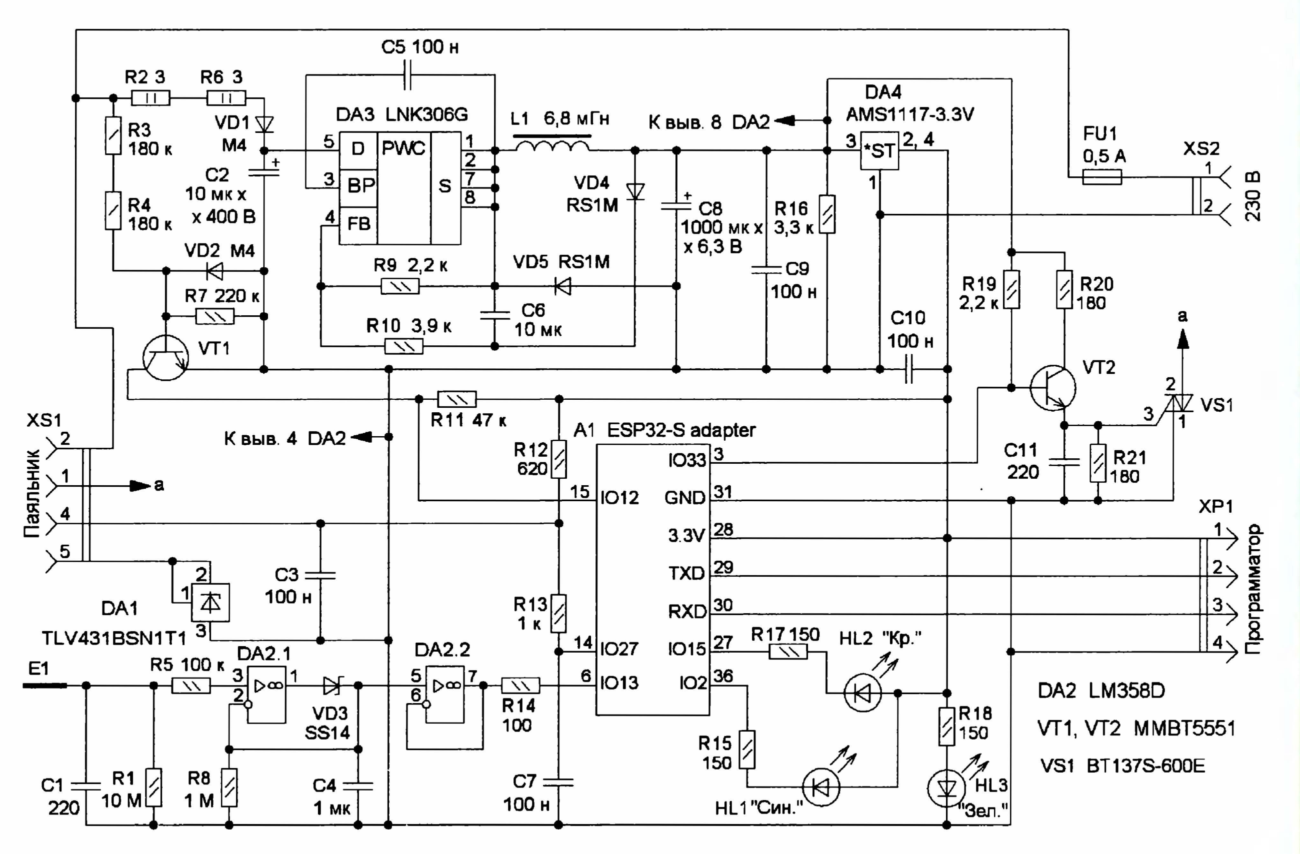



**Рис. 1**

ставке для паяльника. И такая подставка в продаже нашлась, причём отечественного производства. Она стоит недорого, хорошо сделана и доступна. Её очень легко найти по названию "Подставка для паяльника Технохим" [1]. Конечно, без переделок не обошлось, но они оказались просты и минимальны, зато в подарок автору досталась коробочка с канифолью из комплекта этой подставки для паяльника.

Нужные автору паяльники в интернет-магазинах есть, но, как оказалось, они все рассчитаны на напряжение 24 В. Поэтому, кроме самого паяльника, был приобретён и нагреватель для него на 230 В, который и был установлен вместо штатного. Штатный же нагреватель пошёл на замену уже порядком изношенного нагревателя в паяльнике паяльной станции. Нагревателей с термодатчиком для паяльников на 230 В на Али-экспресс было обнаружено только два типа, причём тот, который имеет обозначение 907, не подходит, он толще и длиннее. Кроме этого, в

Было разработано устройство управления паяльником, схема которого показана на **рис. 1**. Первым делом обращает на себя внимание, что в схеме нет ни кнопок, ни выключателя, ни дисплея, а есть только датчик и три светодиода в качестве индикаторов, играющие вспомогательную роль. И такое решение не случайно, так как предполагается, что второму паяльнику оперативные регулировки не нужны, но это не означает, что их не должно быть вообще. Исходя из этого принципа, автор заменил оперативное управление параметрированием (установкой параметров), что позволило управлять большим числом параметров без расходов на клавиатуру и дисплей — их роль выполняет смартфон. Параметрирование на смартфоне очень простое, для этого нужно выйти в режим поиска Wi-Fi сетей, выбрать "Second solder" (название в программе можно изменить на любое) и набрать в любом браузере адрес 192.168.4.1, и на экране смартфона появится соответствующее меню.

ты адаптера (**рис. 2**) и слота ESP32-S (**рис. 3**), суммарная стоимость которых заметно меньше цены готового модуля. Неудобство такой пары лишь в одном — для прошивки она требует отдельного USB-Serial адаптера с выходными сигналами с уровнем 3,3 В и внешнего источника питания напряжением 3,3 В, а также нажатий на кнопки при загрузке. При этом предполагается, что отладка программы ведётся с помощью модуля с ESP32, а в ESP32-S записывается уже отлаженный результат. Тем не менее, нет серьёзных препятствий для проведения отладки и через USB-Serial адаптер, просто это не так удобно, как при работе с модулем, поэтому на плате устройства есть разъём для программирования. Слот МК впаян в адаптер с помощью игольчатого жала и тонкого проволочного припоя, фен при этом не применялся. При пайке желательно прижимать слот МК для улучшения последующего теплоотвода в работе. Следует иметь в виду, что продавцы адаптера на Али-экспресс, как правило,

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

не сообщают о необходимости приобретения и установки на плату адаптера двух резисторов номиналом 10 кОм типоразмера 0603, без них программирование МК невозможно.

Источник питания — бестрансформаторный, он собран на микросхеме LNK306G. Его выходное напряжение — около 5 В. "Около" потому, что напряжение питания МК ESP32 (3,3 В) формирует стабилизатор напряжения DA4 AMS1117-3.3V, а узлы, питающиеся напряжением 5 В, не требуют его высокой точности и стабильности. Использован дроссель SRR1208-682KL индуктивностью 6,8 мГн, конденсатор C2 — оксидный импортный выводной. На транзисторе VT1 выполнен узел контроля перехода сетевого напряжения через ноль, от которого синхронизируется управление симистором VS1 с выхода IO33 МК через эмиттерный повторитель на транзисторе VT2.

На микросхеме DA1 выполнен сдвиг уровня сигнала, подаваемого с термодатчика паяльника на АЦП МК. Он необходим потому, что у АЦП МК ESP32 по краям интервала входного напряжения есть зоны нечувствительности и зоны с высокой нелинейностью характеристики. Микросхема TLV431BSN1T1 выбрана потому, что её минимальное напряжение стабилизации составляет 1,24 В. В случае необходимости можно использовать и микросхемы серии TL431 с напряжением стабилизации 2,5 В, но такой сдвиг несколько хуже, чем на 1,24 В, так как в зоне 2,5 В нелинейность характеристики АЦП ESP32 выше, чем в зоне 1,24 В.

Устройство имеет три индикатора. Светодиод HL3 зелёного свечения индицирует наличие напряжение питания 3,3 В (факт включения паяльника в сеть 230 В), светодиод HL1 синего свечения индицирует работу Wi-Fi, светодиод HL2 красного свечения включается, если заданная температура паяльника превышает фактическую, тем самым предоставляя пользователю информацию о состоянии нагревателя.

Разъём XP1 предназначен для программирования МК на плате. Он же позволяет использовать функцию **Serial.print()** в среде Arduino IDE при необходимости отладки программы в случае её модификации пользователем.

На ОУ DA2 выполнено единственное средство управления режимами работы паяльника — это датчик размещения паяльника на подставке. Было проверено несколько аналогичных датчиков, но реализованный оказался оптимальным с точки зрения простоты, дешевизны и надёжности. Такое преимущество возникло прежде всего в связи с тем, что нагреватель паяльника не имеет гальванической развязки от сети 230 В, т. е. один из его выводов всегда подключён к сети 230 В, что гарантирует надёжное срабатывание датчика. Наводки от нагревателя паяльника поступают на сенсорный датчик E1, узел на ОУ DA2.1 и диоде VD3 выпрямляет их. Конденсатор C4 сглаживает пульсации, ОУ DA2.2 — буферный каскад. Питание ОУ осуществляется напряжением 5 В. Это связано с тем, что выходное напряжение этого ОУ в случае срабатывания датчика лишь немного превышает напряжение 3,3 В, что допустимо для входов/выходов МК ESP32, поскольку они содержат узлы защиты от превышения напряжения.

Выходы IO33, IO15 и IO2 подключены по схеме с открытым стоком. И хотя многие источники сообщают о том, что такое подключение в Arduino IDE не предусмотрено, в используемой автором версии 1.8.19 команда **pinMode(pin, OUTPUT_OPEN_DRAIN)** выполняется безукоризненно.

Для обеспечения единственного органа управления — датчика размещения паяльника потребовалась незначительная доработка подставки для паяльника. Как оказалось, изготовитель покрыл стойки составом, который не только отлично выдерживает высокую температуру, но и является хорошим изолятором. Поэтому пришлось часть покрытия удалить в том месте, которое соприкасается с корпусом паяльника. Но здесь оказался и приятный сюрприз — в целях предотвращения появления ржавчины на стойке её очищенная от заводского покрытия поверхность была залужена, и для этого не понадобились кислоты или специальные флюсы. Стойки отлично лудятся с помощью обычной канифоли (**рис. 4**).

Устройство управления работает по следующему алгоритму. При включении вилки в розетку 230 В опрашивается датчик, и если паяльник на подставке не лежит, включается режим настройки, что индицируется свечением или миганием (в зависимости от заводской прошивки ESP32) светодиодом синего свечения. В этом режиме нагрева паяльника не происходит, как и при любых других операциях управления, **loop** — это холостой ход. Аналогично в рабочем режиме Wi-Fi не инициализируется. Такое жёсткое разделение режимов работы настройка—работа не случайно. Автору в последнее время стали встречаться разработки, в которых Wi-Fi в МК ESP8266 и ESP32 используется для постоянного управления или индикации (например регулятор тембра УНЧ), что, по мнению автора, крайне нежелательно. Для того, чтобы понять почему, достаточно в своей квартире в многоквартирном доме посмотреть в смартфоне список доступных Wi-Fi устройств, их явно намного больше, чем каналов Wi-Fi. А это означает, что уже сейчас смартфоны создают друг другу помехи. Конечно, устройства с Wi-Fi достаточно умны, чтобы выбрать наилучший канал, но это не решает, например, проблему обеспечения максимальной скорости приёма—передачи по Wi-Fi. Поэтому в тех случаях, когда требуется постоянный канал управления или индикации, рекомендуется использовать не Wi-Fi, а Bluetooth, который в МК ESP32 тоже есть.

В устройстве автора Wi-Fi используется не для управления и/или индикации, а исключительно для параметрирования, т. е. очень нечасто и на весьма короткое время. Вполне возможно, что для второго паяльника параметрирование будет использовано только один раз при первичном налаживании. Следует иметь в виду, что выбор режима "параметрирование—работа" осуществляется только при включении питания, поэтому после включения светодиода синего свечения паяльник можно положить на подставку обратно.

Если при включении вилки в розетку 230 В паяльник лежит на подставке, включается режим управления нагревателем, причём таких режимов управле-

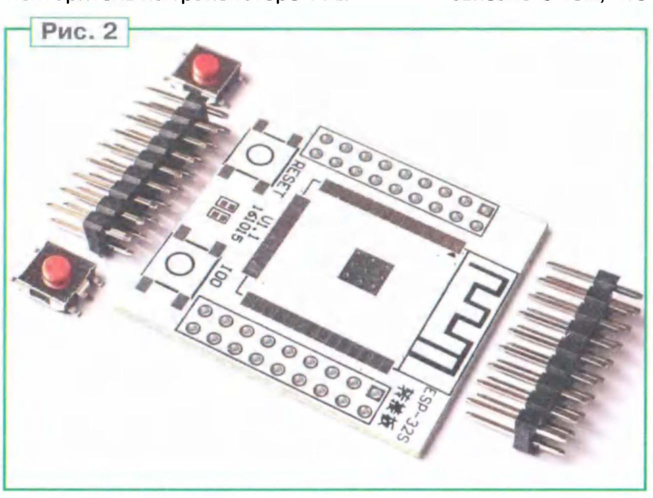
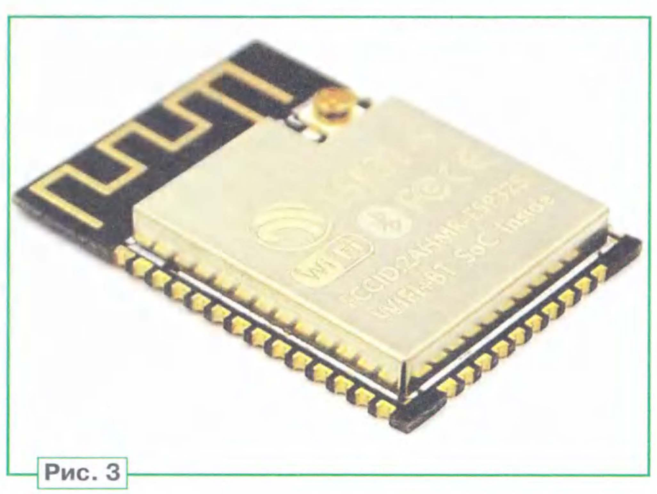


Рис. 2


Рис. 3


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ния три, их выбор осуществляется также в настройках. Первый режим — релейный с переходом через ноль. Для этого режима в настройках предусмотрена установка гистерезиса. Второй режим — пропорциональный с фазовым управлением симистором, причём коэффициент обратной связи также устанавливается в параметрах. Третий режим — ПИД (пропорционально-интегрально-дифференцирующий), его традиционные коэффициенты К1, К2 и К3 подлежат установке также при параметрировании.

При работе во всех режимах может быть задействован автоматический переход в режим "сна", под которым подразумевается снижение температуры паяльника во время нахождения его на стойках подставки. Разрешение на использование этого режима и время задержки для перехода в режим сна, а также и значение, на которое должна быть снижена температура паяльника, задаются в параметрах. Также во всех режимах может быть задействована коррекция температуры в абсолютном значении, эта коррекция также задаётся при параметрировании.


Рис. 4

Программа написана в Arduino IDE 1.8.19 для ESP32-WROOM с типовыми установками. Во избежание проблем при использовании программы рекомендуется обновить платформу ESP32 на новую [2]. Как было указано ранее, программа жёстко разбита на два блока — блока параметрирования (с использованием Wi-Fi) и блока управления нагревателем паяльника. Блок параметрирования создан по образу и подобию примеров из [3]. Для хранения всех параметров используется файловая система, и это единственное, что связывает блок параметрирования с блоком управления. Параметров, как и файлов, всего 18, запись каждого нового введённого значения должна подтверждаться в режиме параметрирования. Все параметры хранятся в энергонезависимой памяти, которые считываются программой при запуске любого рабочего режима и используются в дальнейшем во всех расчётах.

Управление симистором синхронизировано с частотой питающей электросети 50 Гц. Это означает, что при переходе сетевого напряжения через ноль с помощью аппаратного прерывания происходит однократный запуск таймера на время, равное углу открывания симистора, а по его истечении запускается второе прерывание, которое устанавливает управляющий симистором уровень в лог. 1 на время, заданное перезапуском таймера, достаточное для надёжного открытия симистора. По истечении этого времени запускается третье прерывание, которое устанавливает управляющий симистором уровень в лог. 0.

В ESP32 используется **Espressif IDF** — программный таймер **esp_timer.h**, который управляется наследником некогда популярной для ESP8266 библиотеки Ticker.h, разработанной в 2014 г. Ivan Grokhotkov. К сожалению, автор **Ticker.h** для ESP32 не учёл в полной мере возможности ESP32 и ограничил разрешающую способность таймера в своей библиотеке 1 мс, проигнорировав, что разрешающая способность таймера ESP32 составляет 1 мкс [4]. Работать с миллисекундными отсчётами с диммером неудобно, так как на каждую полуволну сетевого напряжения придётся всего лишь десять отсчётов, поэтому автор немного скорректировал указанную библиотеку, повысив в ней разрешающую способность таймера до 10 мкс, т. е. теперь на каждую полуволну приходится 1000 отсчётов. Для того, чтобы не создавать путаницы в библиотеках пользователей доморощенной библиотекой, автор включил её файлы **Ticker10.h** и **Ticker10.cpp** в проект исходной программы. Тем не менее, если кому-то понадобится использовать их именно как библиотеку, ему ничто не помешает создать каталог **Ticker10**, поместить в него оба вышеупомянутых файла и перенести этот каталог в место хранения библиотек Arduino IDE на своём ПК.

При использованной организации управления есть опасность, связанная с нестабильностью питающей сети, погрешностью формирователя перехода через ноль и наличием в этой области помех. Чтобы избежать попадания управления в бесконечный цикл (когда аппаратное прерывание приходит во время исполнения программного прерывания 3), в программу введена зона безопасного угла открывания симистора, в данном случае 0—800 (0—8 мс). Поскольку длительность импульса открывания симистора выбрана как 100 (1 мс), то зона между 9 и 10 мс (10 мс — переход через ноль) оказывается нечувствительной, в этом случае при аппаратном прерывании запуска таймера вообще не происходит, вместо этого симистор остаётся закрытым. Для управления нагревом это не влечёт никаких последствий, так как в области, близкой к закрытому состоянию, симистор в схеме управления никогда не работает, потому что паяльник с заданной температурой, например 50 °С, никому не нужен.

В бесконечном цикле **loop** выполняются расчёт заданной температуры, считывание с помощью АЦП фактической температуры и расчёт угла открывания симистора, причём для каждого из рабочих режимов своя процедура.

В режиме ПИД автор использовал популярную в среде Arduino библиотеку ПИД [5], предоставив пользователю вводить значения коэффициентов К1, К2 и К3 самостоятельно.

В меню настройки по Wi-Fi присутствуют параметры:

— заданная температура (°С). В этом и во всех последующих пунктах меню указаны значения без каких-либо ограничений. Автор предполагает, что лица, испытывающие потребность во втором паяльнике для работы с SMD, обладают достаточными знаниями, чтобы не вводить в качестве заданной температуры такие значения, как, например, 50000 °С или –133 °С;

— коррекция температуры (°С). Здесь указывают абсолютное значение отклонения от заданной температуры. Такой параметр есть практически во всех промышленных терморегуляторах;

— гистерезис. Здесь указывают абсолютное значение половины гистерезиса регулировки температуры. Например, значение 10 будет означать, что гистерезис составит ±10 °С. Этот параметр активен только в релейном режиме;

— режимы регулирования ZERO, DIMMER и PID. Здесь выбирают режим регулирования: релейный с переходом через ноль — ZERO, фазовый — DIMMER и ПИД-регулирование — PID. Выбор осуществляется путём ввода соответствующих цифр 1, 2 или 3;

— режим сна. Здесь устанавливается разрешение на автоматическое включение режима сна, 1 — разрешено, 0 — запрещено;

— время ухода в сон, секунды. При частом использовании второго паяльника нет смысла в использовании режима сна. Поэтому здесь устанавливается время задержки перехода в режим сна после того, как паяльник положили на поставку;

— снижение температуры во "сне", °С. Здесь устанавливается абсолютное значение, на которое снижается температура паяльника после перехода его в режим сна. Очевидно, что чем больше это значение, тем дольше требуется паяльнику времени для того, чтобы нагреть жало до рабочей температуры при выходе из этого режима. С другой стороны, слишком малое значение этого параметра не обеспечит предотвращение быстрого обгорания жала, для чего и предназначен в первую очередь этот режим;

— градуировочная температура 1 и 2, и "Сопротивление при градуировочной температуре 1 и 2". Эти четыре параметра будут рассмотрены ниже, в описании налаживания устройства;

— пропорциональный коэффициент ПИД, интегральный коэффициент ПИД и дифференциальный коэффициент ПИД/1000. Эти три параметра относятся только к режиму ПИД-регулирования. Его настройка в Arduino IDE прописана в применении её многочисленных библиотек. Следует обратить внимание на обозначение /1000. Оно связано с тем, что передача и приём дробных чисел в языке HTML связана с некоторыми трудностями, поэтому автор предпочёл при параметрировании вводить целые числа, умноженные на 1000, которые потом в режиме регулирования будут пересчитаны в дробные путём деления на 1000. Например, вве-


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

дённое целочисленное значение 1234 будет использовано в расчётах как значение с плавающей запятой 1,234. Вышесказанное относится ко всем параметрам, в обозначении единицы измерения которых указано /1000;

— коэффициент пересчёта кода напряжения в температуру /1000. Этот параметр будет рассмотрен ниже, в описании налаживания устройства;

— коэффициент усиления в режиме регулирования DIMMER/1000. Этот параметр определяет коэффициент обратной связи в фазовом режиме регулирования, проще говоря, он определяет, насколько должен измениться угол открывания симистора при возникновении ошибки регулирования на единицу её измерения. Автор в своём устройстве использовал значение этого параметра 2000, т. е. 2 при расчётах.

Чертёж печатной платы показан на **рис. 5**, она изготовлена из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм.

**Налаживание устройства**. Использование терморезистора в качестве термодатчика для паяльника имеет преимущество перед термопарой в том, что его применение не требует усилителей сигнала. 12-разрядному АЦП ESP32 вполне хватает разрешающей способности для получения измерений с достаточной точностью. В то же время термопара для применения в паяльнике имеет гораздо более весомое преимущество, а именно — она не требует настроек при использовании МК, поскольку характеристики термопар известны, а число их типов ограничено. Проблема нелинейности характеристики термопары легко решается размещением в памяти МК стандартной градуировочной таблицы применённой термопары, на этом налаживание термодатчика на основе термопары фактически и заканчивается. Так же легко можно учесть температуру холодного спая, благо давно опробованных схемных решений в Интернете более чем достаточно. А вот с терморезистором измерения вызывают серьёзные затруднения. И если нелинейность характеристики терморезистора не так уж и велика в интервале рабочих температур паяльника 250...350 °С, её можно считать практически линейной, то проблема снятия зависимости сопротивления от температуры терморезистора для радиолюбителя затруднительна, ведь для этого нужен лабораторный термостат. Использование образцового паяльника в качестве такого термостата не решает проблему, так как температура термодатчика и температура жала — это далеко не одно и то же. Но всё обстоит гораздо хуже, и если бы автор даже и располагал лабораторным термостатом, результаты измерений оказались бы для читателей бесполезны, так как изготовители нагревателей никак не стандартизируют свои изделия в принципе. Это означает, что параметры терморезисторов (да и нагревателей тоже!), продаваемых на Али-экспресс, различны.

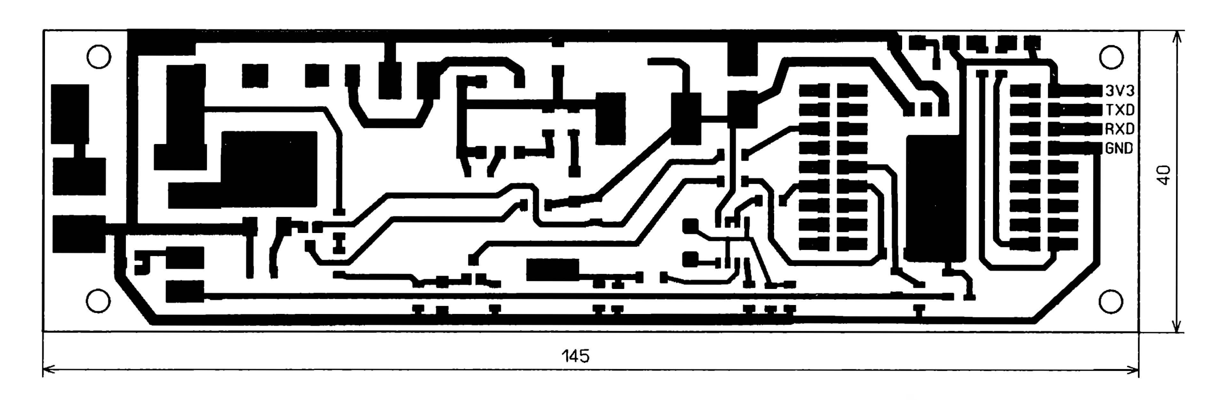
Типовым решением в таких случаях является установка комплекта подстроечных элементов в устройство, который позволит настроить каждое конкретное устройство под установленный термодатчик. Но в устройстве автор предлагает иное решение — все настройки производить не аппаратно, а программно, т. е. путём их ввода в память МК с помощью смартфона. И в первую очередь это касается пересчёта кода напряжения в температуру. Коэффициент этого пересчёта учитывает сразу несколько факторов, а именно:

— отсутствие какого-либо стандарта на характеристики терморезисторов в нагревателях для паяльников, продаваемых на Али-экспресс;

— погрешность напряжения 1,24 В, стабилизируемого микросхемой DA1 и использованного для сдвига уровня;

— погрешности сопротивлений резисторов в цепи терморезистора.

Прежде чем включать устройство в сеть, нужно определить коэффициенты **a** и **b** в характеристике терморезистора, описываемой формулой **R = at + b**, где **R** — сопротивление терморезистора, а **t** — его температура. При этом признаётся, что реальная характеристика не будет соответствовать прямой из-за нелинейностей, но также очевидно, что в интервале температур 250....350 °С линейность вполне удовлетворительная. Важно, что уравнение прямой необходимо не столько для юстировки самой температуры, сколько для обеспечения требуемого интервала задания температур. Для определения коэффициентов **a** и **b** достаточно задать две точки этой прямой. Было решено ограничиться для этого простейшим методом, а именно — измерить термопарой мультиметра температуру жала не включённого в сеть паяльника, а также



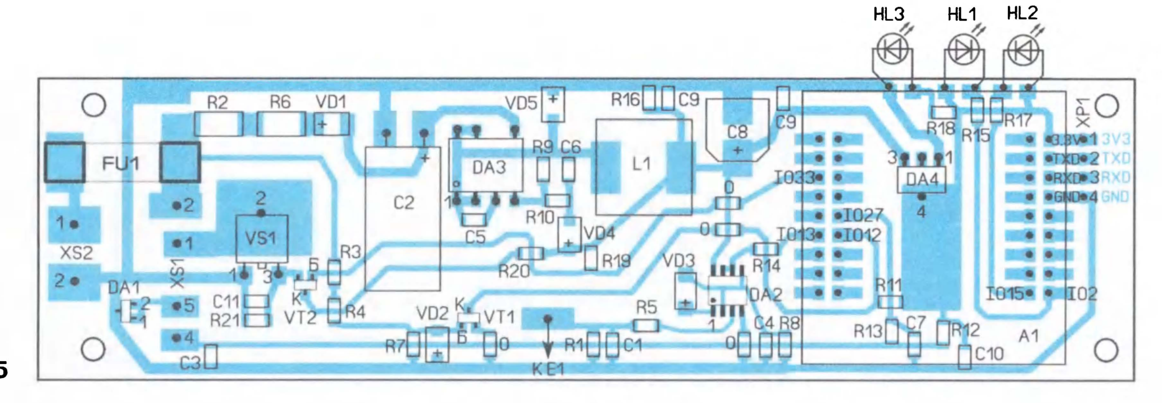
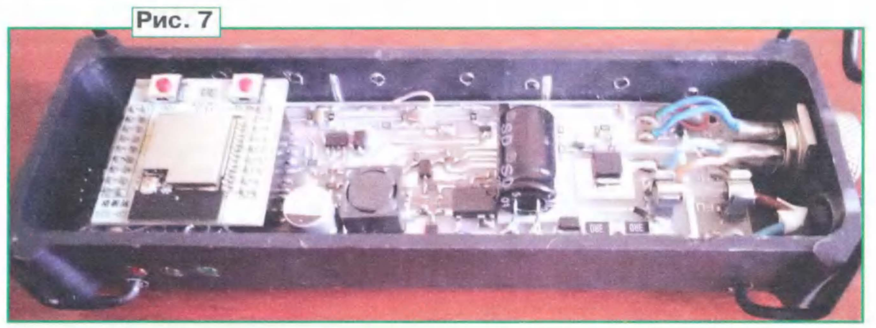



**Рис. 5**

сопротивление терморезистора этим же мультиметром в режиме омметра. Поскольку реальные погрешности измерений обычного мультиметра сравнительно большие, было решено ограничиться округлением до целых измеренных значений, а именно: при температуре 26 °С сопротивление термодатчика приобретённого автором нагревателя — 25 Ом. Эти значения и будут двумя параметрами в настройках "Градуировочная температура 1" и "Сопротивление при градуировочной температуре 1". После этого нагреватель паяльника подключается в сеть 230 В напрямую, и после того, как обнаружилось прекращение роста измеренной термопарой температуры жала, измеряются его температура и сопротивление терморезистора. В результате этих измерений автор получил следующие значения: градуировочная температура 2—500 °С и сопротивление при градуировочной температуре 2—105 Ом. В случае применения нагревателя большой мощности (у автора нагреватель мощностью 90 Вт), чтобы избежать повреждения покрытия металлического кожуха паяльника из-за его перегрева, можно включить нагреватель паяльника в сеть 230 В не напрямую, а, например, через диод.

После измерения вышеуказанных параметров, не подключая к устройству паяльник и не устанавливая на плату адаптер с ESP32, подключают устройство в сеть 230 В и проверяют выходное напряжение источника питания на LNK306, и в случае необходимости подстраивают его с помощью подборки резисторов R9 или R10. При подборе надо иметь в виду, что меньшее напряжение предпочтительнее. Например, если при одном резисторе выходное напряжение составило 5,05 В, а при другом 4,85 В, то значение 4,85 В предпочтительнее. Это связано с тем, что чем меньше это напряжение, тем меньше нагрузка на защитные диоды МК ESP32.


Рис. 6


Рис. 7

Затем проверяют стабилизированное напряжение 3,3 В и, если всё нормально, отключают устройство от сети, устанавливают в него адаптер с ESP32 и опять подключают к сети. Паяльник к устройству пока не подключают. Отсутствие паяльника воспринимается датчиком как отсутствие паяльника на подставке, поэтому должен загореться или замигать светодиод синего свечения. После чего ждут на смартфоне появления сети Second solder, подключаются к ней (однократно подтверждая отсутствие в этой сети доступа в Интернет), заходят в любой браузер и набирают адрес 192.168.4.1 (для удобства этот адрес можно внести в закладки или адресную книгу). Вводят параметры в произвольном порядке, при этом коэффициент усиления в режиме DIMMER устанавливают 2000, а коэффициент пересчёта кода напряжения в температуру — 1000.

Отключают устройство от сети, подключают к нему паяльник, устанавливают его на стойки подставки и подключают к сети 230 В. Устройство сразу должно перейти в рабочий режим (установленного в параметрах типа), что отобразится включением светодиода красного свечения, означающего, что идёт нагрев. Мигание этого светодиода означает, что температура термодатчика (но не жала!) достигла заданной в параметрах температуры.

Измеряют термопарой мультиметра температуру жала и, дождавшись, когда показания станут стабильными, запоминают это значение. Это измерение желательно вести в области рабочих температур, например, около 300 °С при нулевой коррекции и запрете в параметрах режима "сна". Измерение можно вести как в режиме ZERO, так и в режиме DIMMER, при этом должна быть заметна более высокая точность поддержания температуры в режиме DIMMER. После проведения измерения фактической температуры жала сравнивают её значение с заданной в параметрах и корректируют значение коэффициента пересчёта кода напряжения в температуру, не забывая, что в параметрах оно указано в тысячах. Этот параметр, как и коэффициент усиления в режиме DIMMER, намеренно выведен автором в конец списка параметров, так как фактически это одноразовые установки, требующие вмешательства только при смене нагревателя, а значит, и термодатчика.

Программирование ESP32 осуществляется в среде Arduino IDE, его можно вести как отдельно, производя подключение внешнего источника питания напряжением 3,3 В и сигналов Tx и Rx USB-Serial конвертера к адаптеру, так и непосредственно при установленном в устройство адаптере с питанием от устройства. В последнем случае имеем в виду, что в процессе загрузки прошивки вывод IO33 МК ESP32 находится в высокоимпедансном состоянии, а это значит, что паяльник будет подключён к сети 230 В. Поскольку продолжительность загрузки мала, паяльнику это ничем не грозит, но вот обжечься можно, особенно, если прошивка осуществляется многократно. Алгоритм производства прошивки прост — дождавшись сообщения на экране ПК о работе линковщика, нажимают на обе кнопки адаптера ESP32 и, дождавшись информации о запуске процесса прошивки, сначала отпускают кнопку RESET, а затем кнопку IO0.

Внешний вид паяльника на подставке представлен на **рис. 6**, а внешний вид платы устройства со снятой крышкой подставки — на **рис. 7**.

Автор выражает искреннюю признательность Алексею Жолтикову [6] за квалифицированные консультации, касающиеся работы с таймерами ESP32.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подставка для паяльника Технохим. — URL: **https://www.grantauto.ru/catalog/instrument/payalnyy/vspomogatelnyy_instrument/podstavka_dlya_payalnika_tehnohim.html** (08.12.22).

2. Installing using Arduino IDE. — URL: **https://docs.espressif.com/projects/arduino-esp32/en/latest/installing.html#installing-using-boards-manager** (08.12.22).

3. 160 + ESP32 Projects. — URL: **https://randomnerdtutorials.com/projects-esp32/** (08.12.22).

4. Arduino-esp32/libraries/Ticker/src/Ticker.h. — URL: **https://github.com/espressif/arduino-esp32/blob/master/libraries/Ticker/src/Ticker.h** (08.12.22).

5. PID. — URL: **https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/pid/** (08.12.22).

6. Alexey Zholtikov. — URL: **https://github.com/aZholtikov** (08.12.22).

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/pa.zip** на нашем FTP-сервере.*

# Ремонт аккумуляторного триммера EasyGrassCut 18-260

*И. ГОРБУНОВ, пос. Свобода Калининградской обл.*

Электроинструмент сейчас есть практически в каждом доме. При этом всё большее предпочтение отдаётся мобильному инструменту с аккумуляторным питанием. Он более удобен, никак не ограничивает нас в пространстве, а масса литиевых аккумуляторов не так значительна, да и по мощности зачастую не уступает электроинструменту с питанием от сети 230 В. Но у аккумуляторного инструмента есть и определённые недостатки, к которым можно отнести сложность и стоимость ремонта некоторых неисправностей. Казалось бы, вышел из строя выключатель, но в него заложено несколько функций, да ещё и с микроконтроллерным управлением. Речь далее пойдёт об аккумуляторном триммере EasyGrassCut 18-260, отремонтировать который в нашем городе не удалось. В функции его системы управления входит плавный пуск двигателя, контроль рабочего тока двигателя его снижение при перегрузках (намотка на барабан с леской травы, верёвок и т. д.), а также контроль напряжения аккумуляторной батареи и отключение триммера при её разрядке.

Поэтому пришлось самому сделать устройство, которое выполняет основную часть указанных выше функции. Его схема показана на **рис. 1**. Для изменения скорости вращения электродвигателя использован метод широтно-импульсной (ШИ) регулировки. Для этого на ОУ DA1.1 построен генератор импульсов треугольного напряжения частотой около 1 кГц, на транзисторе VT1 и стабилитроне VD2 собран источник стабильного тока, который обеспечивает равномерную зарядку конденсатора C3. ОУ DA1.2 выполняет функцию компаратора, на его входы поступают импульсы треугольного напряжения и постоянное напряжение с движка подстроечного резистора R9. В результате на выходе этого ОУ формируется ШИ-сигнал, который управляет мощным полевым транзистором VT3.

При перегрузке электродвигателя на резисторах R14, R15, которые выполняют функцию датчика тока, напряжение увеличивается, оно открывает транзистор Т2, а он, в свою очередь, уменьшает напряжение на неинвертирующем входе (вывод 5) ОУ DA1.2 и тем самым обеспечивая уменьшение тока двигателя. Резистором R9 устанавливают максимальное напряжение на двигателе в рабочем режиме, а подстроечным резистором R13 — макси-

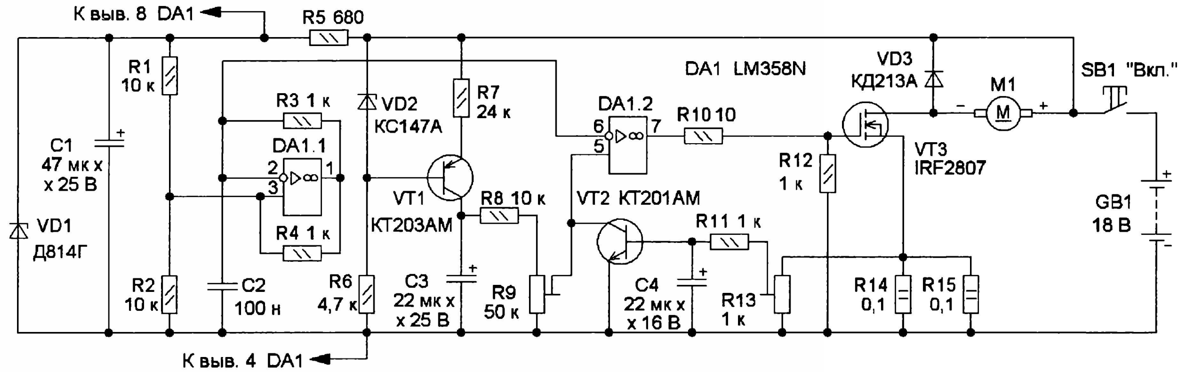
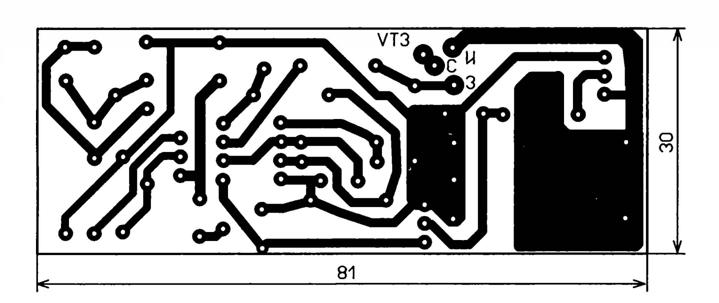



Рис. 1



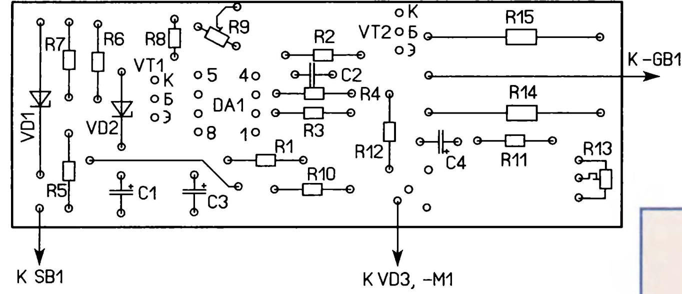




Рис. 2

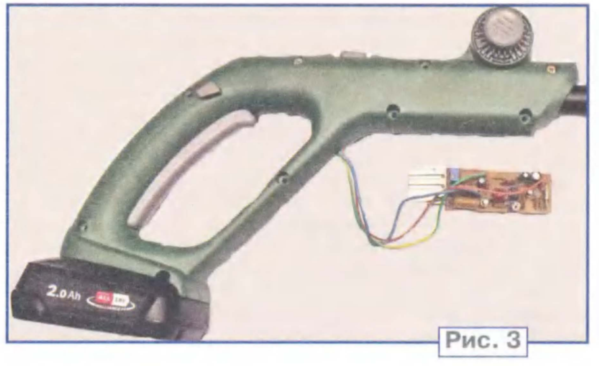



Рис. 3

мальный ток (в моём случае 15 А), при достижении которого начнётся его ограничение.

Все полярные конденсаторы — оксидные К50-35 или импортные, неполярный конденсатор С2 — плёночный серии К73 или импортный, постоянные резисторы — МЛТ, С2-23, кроме резисторов R14, R15 серии С5-16, MF, KNP или аналогичных мощностью 2 Вт каждый. Подстроечный резистор R9 — RM065, СП3-19, а R13 — серии 3296W-1. Стабилитроны — маломощные на соответствующее напряжение стабилизации. Транзистор КТ203АМ можно заменить транзистором КТ203А или любым серии КТ3107, а транзистор КТ201АМ — транзистором серий КТ201 или КТ3102 с любым буквенным индексом. Транзистор VT3 способен долговременно пропускать ток до 15 А с теплоотводом размерами 3×5 см из алюминиевой пластины толщиной 2 мм. Все элементы, кроме выключателя питания SB1, электродвигателя М1 и диода VD3, размещены на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм, её чертёж показан на **рис. 2**. Транзистор VT3 установлен со стороны печатных проводников. Печатная плата размещена в ручке триммера, её внешний вид вместе с платой показан на **рис. 3**.

***От редакции**. Чертёж печатной платы находится по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/trim.zip** на нашем FTP-сервере.*

# Ремонт блока питания ноутбука Toshiba

*И. ПОДУШКИН, г. Москва*

В ноутбуке Toshiba Satellite L300 перестала заряжаться аккумуляторная батарея и он перестал работать с подключённым блоком питания. Напряжение на выходе блока питания — зарядного устройства модели РА-1750-09 этого ноутбука (**рис. 1**) без нагрузки оказалось равно 19 В. Но батарея всё равно "отказывалась" заряжаться. Сначала под подозрение попала сама аккумуляторная батарея. Но чуть позже выяснилось, что при подключении нагрузки сопротивлением 120 Ом напряжение на выходе блока питания снижается приблизительно до 2 В. Стало понятно, что он неисправен.



Рис. 1


Рис. 2

Корпус блока питания склеен из двух частей. По шву он был разрезан. Можно это сделать ножовкой по металлу, но удобнее для этой цели использовать резак, приобретённый в магазине, или самодельный, изготовленный из обломка ножовочного полотна. Разрезать корпус следует аккуратно, чтобы не повредить экран, вплотную прилегающий внутри к корпусу.

Экран блока питания в двух местах по углам с помощью отрезков проволоки припаян к плате. Места пайки следует прогреть паяльником, отогнуть проволоку и аккуратно снять экран вместе с изолирующей прокладкой.


Рис. 3

Изначально предполагались две причины неисправности блока питания: потеря ёмкости и увеличение ЭПС фильтрующих конденсаторов или выход из строя одного или двух диодов сетевого моста. Осмотр платы (**рис. 2**) показал, что оксидный конденсатор ёмкостью 82 мкФ на номинальное напряжение 400 В, установленный на выходе сетевого диодного моста, "вздулся" (**рис. 3**), а на герметике и некоторых элементах обнаружены капли коричневой жидкости — видимо, электролита, вытекшего из этого конденсатора. Следует отметить, что в процессе эксплуатации этот блок питания существенно нагревался. Измеренное с помощью приставки к мультиметру (**Глибин С.** Измеритель ЭПС — приставка к мультиметру, "Радио", 2011, № 8, с. 19, 20) ЭПС этого конденсатора оказалось равно почти 150 Ом. Измеренная его ёмкость — 6,8 мкФ, т. е. более чем в десять раз меньше номинальной. Стала понятна причина падения выходного напряжения под нагрузкой. Установка конденсатора таких же размеров, что и исходный, ёмкостью 100 мкФ на номинальное напряжение 400 В серии JBC с низким ЭПС полностью восстановила работоспособность блока питания — ноутбук работает, а его аккумулятор — заряжается. ■

# Ремонт мультиметра DT838

**И. НЕЧАЕВ, г. Москва**

Мультиметры DT838 (M838) и аналогичные имеют опцию, которой нет в некоторых недорогих аналогичных приборах. Речь идёт об измерении температуры с помощью термопары. Несмотря на не очень высокую точность измерения, в некоторых случаях, хотя и редких, эта функция бывает очень нужна. И вот однажды, когда после продолжительного периода невостребованности появилась необходимость измерить температуру, оказалось, что этот режим неисправен. При переключении в этот режим измерения показания индикатора мультиметра превышали 1200 и были нестабильны.

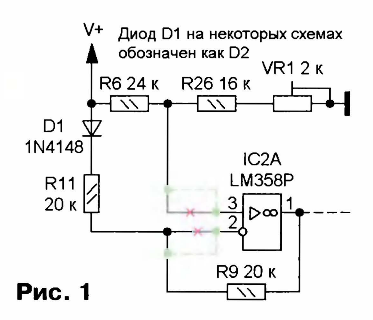



**Рис. 1**

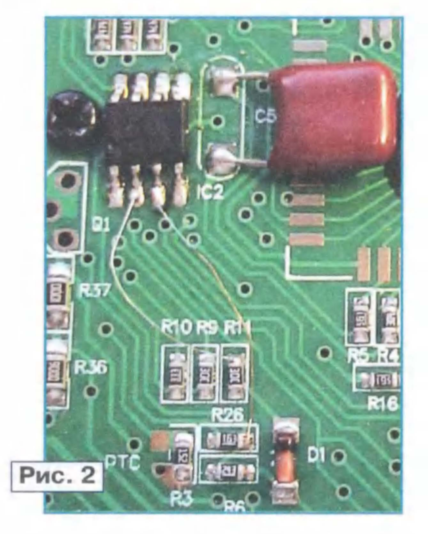



**Рис. 2**

Анализ схемы мультиметра DT838 показал, что в связке с термопарой работает ОУ IC2A. Здесь и далее приведена нумерация в соответствии с маркировкой на плате и схемой (DT-838. — URL: **https://i-a.d-cd.net/jwAAAgE5ieA-1920.jpg**). ОУ IC2A формирует необходимое для проведения измерений компенсирующее напряжение. Фрагмент схемы приведён на **рис. 1**. Измерение напряжений на выводах этого ОУ показало, что они существенно отличаются от ожидаемых значений. Прозвонка платы дала информацию об отсутствии соединения между неинвертирующим входом (выводом 3) ОУ IC2A и резисторами R6 и R26. После восстановления соединения с помощью отрезка обмоточного провода неисправность не была устранена. Оказалось, что ещё отсутствует контакт между инвертирующим входом (выводом 2) ОУ IC2A и резисторами R9 и R11. После установки ещё одного отрезка провода работоспособность мультиметра была восстановлена (**рис. 2**).

Причиной неисправности оказалось нарушение контакта в металлизированных отверстиях платы. Дело в том, что резисторы R6, R9, R11, R26 расположены на плате на некотором удалении от микросхемы и соединение между ними осуществляется с помощью печатных проводников и переходных металлизированных отверстий. Весьма вероятно, что эта неисправность возникла из-за механических напряжений, возникающих в плате при переключении пределов и режимов измерений. ■

# Антивирусная насадка на респиратор

**А. КОРНЕВ, г. Одесса, Украина**

Как известно, коронавирус COVID-19, а также некоторые другие вирусы распространяются воздушно-капельным путём через вдыхание распылённых в воздухе при кашле, чихании или разговоре капель с вирусом, а также через попадание вируса на поверхности с последующим занесением в глаза, нос или рот. В целях предотвращения распространения эффективными являются меры общественного здравоохранения и немедикаментозные меры контроля. Одни из основных средств предотвращения распространения инфекции, спасающие жизни, — маски и респираторы.

Известно, что УФ-излучение — достаточно эффективное средство борьбы с вирусами и бактериями, следовательно, антивирусные свойства респиратора можно значительно улучшить, установив УФ-излучающий диод на пути вдыхаемого воздуха.

Схематично конструкция такого респиратора изображена на **рис. 1**. Конструкция УФ-облучателя может быть различной в зависимости от конструкции самого респиратора, здесь важна сама идея усовершенствования защитного средства.

Для стабилизации тока УФ-диода применяется микросхема ZXLD381. Эти микросхемы предназначены для питания светодиодов от одного гальванического элемента или аккумулятора (0,8...1,5 В) в малогабаритных радиоэлектронных устройствах. По принципу действия микросхема ZXLD381 представляет собой повышающий преобразователь напряжения со стабилизацией тока нагрузки, что обеспечивает независимость яркости свечения светодиодов от напряжения источника питания [1]. Излучатель — УФ-диод UVTOP260-FW-TO18, его параметры: номинальный ток — 20 мА, максимальный ток — 30 мА, падение напряжение на диоде при номинальном токе — 6,5 В, длина волны — 265 нм [2]. Можно применить аналогичные УФ-диоды с углом излучения не менее 120°. Для обеспечения тока стабилизации УФ-диода 20 мА применён накопительный дроссель 15 мкГн [1]. Схема излучателя изображена на **рис. 2**.




**Рис. 1**

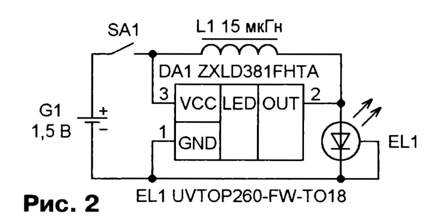



**Рис. 2**

В устройстве используются движковый микропереключатель MS-22D17G2 (2P2T), гальванический элемент L1154F напряжением 1,55 В, ёмкостью около 150 мА·ч, в разговорной речи называемый "таблеткой", размерами 11,6×5,4 мм.

ЛИТЕРАТУРА

1. ZXLD381 Single or Multi Cell LED Driver Solution. — URL: **https://static.chipdip.ru/lib/292/DOC000292745.pdf** (25.11.22).

2. UVTOP260. — URL: **https://html.alldatasheet.com/html-pdf/538960/ROITHNER/UVTOP260/385/1/UVTOP260.html** (25.11.22).

*От редакции. Большинство малогабаритных элементов питания напряжением 1,5 В — "таблеток" — не рассчитаны на большой ток нагрузки. Для надёжной долговременной работы устройства лучше применить гальванический элемент типоразмера AAA.*

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

# Индикатор радиоактивности

А. СТЕПАНОВ, А. ПОПОВ, г. Санкт-Петербург

Для определения жёсткого бета- и гамма-излучения был изготовлен индикатор, позволяющий определять интенсивность потока радиационных частиц в окружающей среде. Схема индикатора приведена на **рис. 1**. При малой интенсивности облучения счётчика Гейгера-Мюллера BD1 индикатором служит красный светодиод HL2, вспыхивающий при одиночных разрядах в счётчике. При частоте вспышек более 25 Гц светодиод светит непрерывно. Для индикации больших потоков излучения служит пьезоэлектрический излучатель BF1, который при одиночных разрядах тихо пощёлкивает, а с увеличением потока частиц наращивает частоту щелчков. Ввиду того что импульс разряда в газе при попадании частицы в счётчик очень короткий, пришлось применить для световой и звуковой индикации расширители импульсов с различной длительностью, собранные на микросхеме DD1.

Рабочее напряжение счётчика Гейгера-Мюллера — 400 В, поэтому пришлось собрать преобразователь напряжения, представляющий собой блокинг-генератор на транзисторе VT2 с умножителем напряжения, собранным по типовой схеме со стабилизацией выходного напряжения. Цепь стабилизации состоит из варистора RU1 с классификационным напряжением 330 В, неоновой лампы HL1, работающей в режиме стабилитрона и, кроме того, служащей индикатором наличия высокого напряжения на выходе умножителя, с напряжением зажигания в интервале 60...70 В, в зависимости от конкретной лампы, а также подбираемого стабилитрона VD6, которым выставляют точное напряжение.

Напряжение с выхода умножителя через цепь стабилизации поступает на базу транзистора VT1, который в случае превышения выходного напряжения умножителя значения, равного сумме классификационного напряжения варистора, напряжения зажигания неоновой лампы и напряжения стабилизации стабилитрона, открывается и шунтирует эмиттерный переход транзистора блокинг-генератора VT2. Следует отметить, что точность поддержания напряжения на аноде счётчика при изменении напряжения питания находится в рамках допустимого.

Для питания индикатора использованы два литий-ионных аккумулятора типоразмера 18650, взятых из вышедшей из строя аккумуляторной батареи ноутбука, но пригодных для питания индикатора радиоактивности. Напряжение свежезаряженных аккумуляторов — 4,2 В, что соответствует выход-

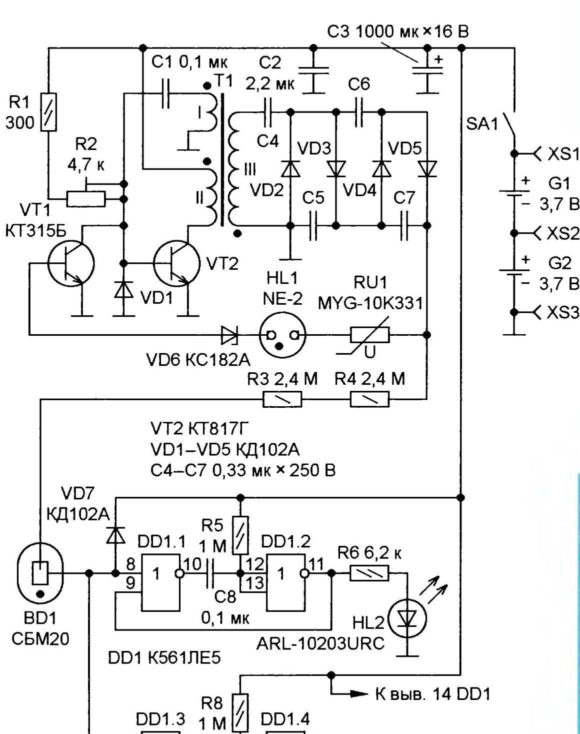


**Рис. 1**

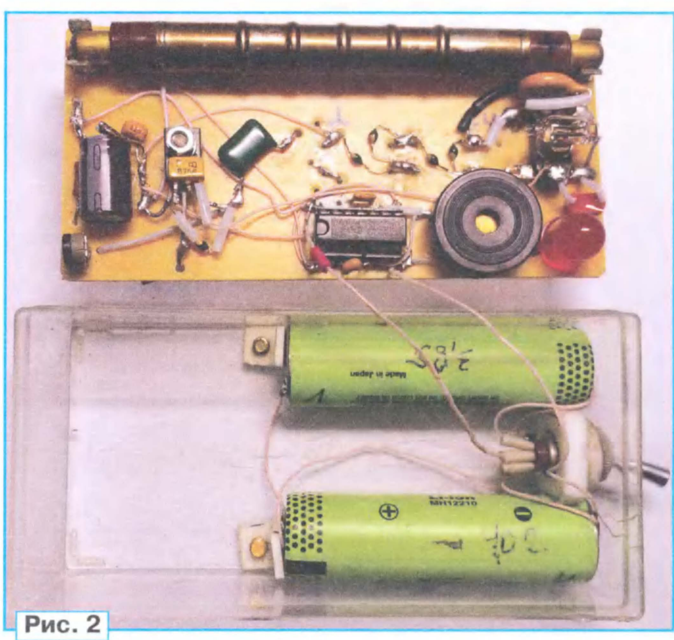
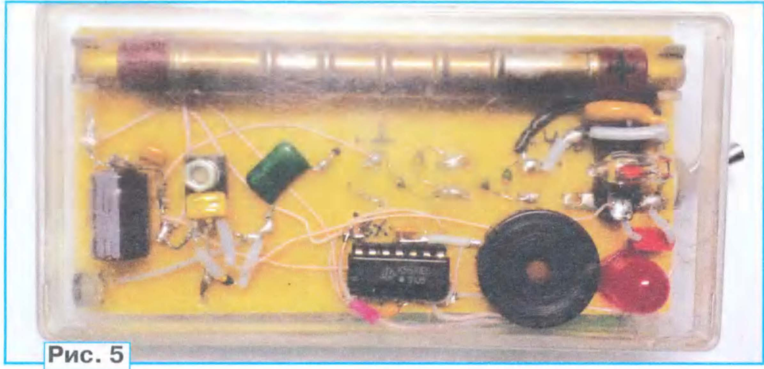

**Рис. 2**


**Рис. 3**

РАДИО®
ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

ному напряжению умножителя 400 В. При напряжении на батарее 6,8 В напряжение на счётчике уменьшается до 395 В. Для лучшей стабилизации выходного напряжения можно применить последовательно включённые два стабилитрона КС650А или КС680А с напряжением стабилизации 150 В и 180 В каждый, неоновую лампу и подборный стабилитрон, например Д814Б—Д814Д, что было проверено, но прозрачный корпус, использованный для индикатора, по габаритам мал для их установки.


Рис. 4


Рис. 5

Для гашения лавинного пробоя и самогашения разряда в счётчике при большой интенсивности излучения применены два резистора R3 и R4. Диод VD7 служит для дополнительного ограничения амплитуды импульсов разряда на входах элементов DD1.1, DD1.3.

Индикатор размещён в подходящем по габаритам пластиковом корпусе. Поскольку в устройстве формируется высокое напряжение, в качестве платы для монтажа всех деталей применено органическое стекло толщиной 2 мм, которое оказалось под рукой, из соображений прочности и возможности распайки панели микросхемы снизу. Детали индикатора размещены с обеих сторон платы, что видно из **рис. 2—рис. 5**. Для надёжной фиксации счётчика использованы две стойки держателя сетевого предохранителя, которые прикреплены к плате винтами М3. Конденсаторы умножителя напряжения, установленные с обратной стороны основания, попарно ограждены кольцами из прозрачной трубки для защиты их от пробоя на аккумуляторы питания. Резисторы R3 и R4 также помещены в изоляционную трубку. Все соединения выполнены проводом МГТФ, жёсткие перемычки на основании помещены во фторопластовые трубки.

Трансформатор Т1 намотан вручную на кольце из пермаллоя с внешним диаметром 33 мм, внутренним диаметром 17 мм и высотой 11 мм, взятом из фильтра компьютерного блока питания. Находящуюся на кольце обмотку предварительно удаляют. Кромки кольца уже были скруглены, и само кольцо заизолировано изначально. Обмотки I и II содержат по 60 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,6 мм, их наматывают строго по очереди. Последней наматывают челноком обмотку III, которая содержит 600 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,1 мм. Затем трансформатор обматывают лентой ФУМ по кольцу в несколько оборотов. Поскольку применён умножитель напряжения, число витков этой обмотки невелико, и наматываются они недолго. Начала обмоток трансформатора важно, они отмечены на схеме точками. В случае неправильного подключения трансформатора на обмотке III будет пониженное напряжение, что проверяется переключением её выводов, если вы забыли, где было её начало.

Налаживание блокинг-генератора и регулировка выходного напряжения умножителя производятся в следующей последовательности. Отсоединяют базу транзистора VT1 от стабилитрона VD6, подключают цифровой мультиметр, желательно с входным сопротивлением не менее 10 МОм, к выходу умножителя и подают на блокинг-генератор напряжение 6,8 В — минимально допустимое безопасное напряжение для двух аккумуляторов, резистором R2 выставляют напряжение 420 В. Это нужно для небольшого запаса в цепи регулировки блокинг-генератора, например, при пониженной температуре воздуха. Затем к базе транзистора VT1 подключают цепь стабилизации и измеряют выходное напряжение. После этого подбором стабилитрона VD6 выставляют напряжение 395 В, затем повышают напряжение питания до 8,4 В и убеждаются, что оно равно 400 В. В случае применения стабилитронов вместо варистора ими выставляют необходимое выходное напряжение, и оно будет стабильнее во всём интервале напряжения питания индикатора. Малогабаритных стабилитронов BZX79-C36 с напряжением стабилизации 36 В потребуется включить последовательно девять штук и ещё, возможно, добавочный стабилитрон.

Для проверки работы индикации пришлось собрать генератор коротких импульсов (**рис. 6**), имитирующий разряд счётчика в режимах малой и большой интенсивности радиации. В нижнем положении переключателя SA1 короткие импульсы вырабатываются через три секунды, и видно короткое еле заметное мигание светодиода HL1 и заметное и яркое мигание светодиода HL2 (см. рис. 1). Импульсы формируются дифференцирующей цепью C3R2VD1. В другом положении переключателя светодиоды горят непрерывно, и слышен громкий треск звукового излучателя. При настройке генератор подключают к резистору R7 индикатора, до этого заранее блокинг-генератор выключают, замыкая базу транзистора VT2 на общий провод.

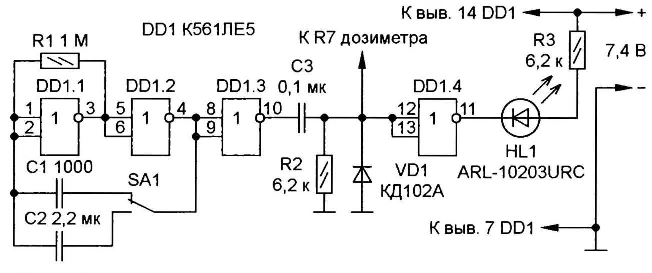


**Рис. 6**

В индикаторе радиоактивности можно применить любые транзисторы указанных на схеме серий со статическим коэффициентом передачи тока не менее 100, иначе зауживается интервал регулировки работы блокинг-генератора и возрастает его потребляемый ток с 10 до 40 мА. Микросхемы в индикаторе и генераторе можно заменить на их зарубежный аналог CD4001A. Варистор MYG-10K331 можно заменить аналогичным с близким к 330 В классификационным напряжением.

Для зарядки аккумуляторов под выключателем питания дозиметра установлены разъёмы XS1—XS3, а зарядное устройство для аккумуляторов собрано на двух модулях с микросхемой TP4056.

# Применение DES E-ink-дисплея в барометре-термометре-гигрометре с питанием от литиевого элемента CR2477

А. КУЗЬМИНОВ, г. Москва

*В статье приведено описание барометра-термометра-гигрометра на основе МЭМС-датчика BME280, микроконтроллера EFM8SB10F8 и DES E-ink-дисплея GDEW0154M10 с разрешением 154×154 пиксела с питанием от элемента CR2477, обеспечивающего непрерывную работу прибора в течение как минимум десяти лет при обновлении показаний давления, температуры и влажности один раз в пять минут.*

В последнее время в широкой продаже появились дисплеи, которые называют электронными чернилами (E-ink) или электронной бумагой (E-paper). Эти дисплеи обладают одним интересным свойством: они потребляют энергию (ток в несколько миллиампер) только во время обмена информацией с микроконтроллером (МК) — это происходит в течение всего нескольких секунд, а в так называемом режиме сна (sleep-режим) потребление тока существенно снижается до нескольких микроампер. При этом информация на дисплее сохраняется как в sleep-режиме, так и при отключении питания. Применение таких дисплеев сдерживалось их относительно высокой ценой — от 1000 руб. и более с разрешением, например, 152×152 или 104×212 пикселов и, кроме того, узким температурным интервалом от 0 °С до +30 °С. Однако в последние три-четыре года появились новые E-ink-дисплеи, цена которых снизилась почти в три раза, до 300...400 руб. с тем же и даже большим разрешением — до 128×250 пикселов, а их температурный интервал стал заметно шире — от –20 °С до +50 °С. Кроме того, в новых E-ink-дисплеях потребление тока в sleep-режиме снизилось до нескольких десятых долей микроампера. И последнее новшество. В конце 2020 г. компания Good Display начала производство матриц по технологии собственной разработки DES — Display Electronic Slurry (жидкая глина, суспензия, взвесь). Преимущества дисплеев на основе матрицы DES (по данным Good Display):

— расширенный рабочий температурный интервал;

— наличие УФ-фильтра;

— более высокая контрастность;

— низкая цена.

Что касается расширенного температурного интервала и низкой цены, то современные стандартные E-ink-дисплеи также уже работают в широком температурном интервале, да и цена их существенно снизилась. А вот что касается контрастности изображения, то здесь действительно DES-дисплеи не имеют равных. Это объясняется следующей причиной. Если посмотреть через лупу на обычный E-ink-дисплей, можно обнаружить, что он состоит из своеобразных сот, расположенных под небольшим углом, и каждый его пиксел является как бы конгломератом из нескольких таких сот и поэтому не имеет чётких границ (**рис. 1**). У DES-дисплея каждый пиксел представляет собой квадрат с чёткими границами (**рис. 2**), за счёт чего и достигается очень высокая контрастность.

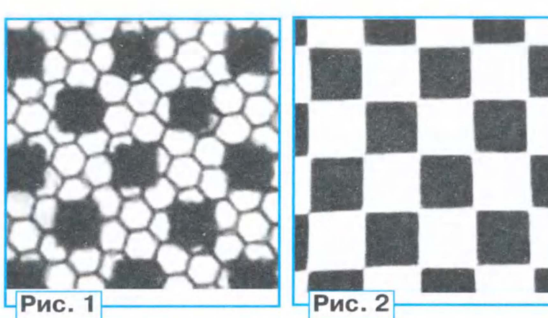


Рис. 1 Рис. 2

Один из наиболее востребованных представителей DES-дисплеев — GDEW0154M10. Этот дисплей с квадратным экраном с диагональю 1,54 дюйма, он оборудован встроенным контроллером UC8151 и имеет разрешение 152×152 пиксела. Дисплей сейчас можно приобрести по цене менее 500 руб.

Помимо дисплеев, в последнее время снизилась и цена BME280 — датчика давления, температуры и влажности. Модуль с датчиком BME280 можно приобрести на Aliexpress за цену менее 300 руб. Причём, что интересно, модуль с BME280 может стоить почти в три раза дешевле, чем сама микросхема BME280 в корпусе LGA-8.

В статье автора [1] описан барометр-термометр на основе датчика BMP280, МК EFM8SB10F8 и восьмиразрядного семиэлементного ЖКИ RDN0007-PAN-#00. Если BMP280/BME280 и EFM8SB10F8 в sleep-режиме потребляют токи всего 0,1 мкА и 0,5 мкА соответственно, то подобный ЖКИ, для которого отсутствует режим сна и который должен постоянно работать, иначе изображение пропадёт, потребляет ток около 20 мкА. Хотя такой ток и весьма мал, время работы подобного прибора при питании от используемого литиевого элемента CR2477 ёмкостью около 1 А·ч, по подсчётам автора, не превышает пяти лет. Автор задался вопросом: а нельзя ли в таком приборе заменить ЖКИ относительно новым DES E-ink-дисплеем GDEW0154M10, потребление тока которого в sleep-режиме около 0,6 мкА? Но его разрешение (152×152 пиксела) предполагает существенно большую программную память МК по сравнению с примитивным обменом с ЖКИ, поскольку, как будет видно из дальнейшего изложения, каждый символ такого дисплея должен быть расположен на поле в 40×32 пиксела и потребует 160 байт программной памяти, а при их числе 16 (десять цифр и шесть специальных символов, отражающих знак "плюс" или "минус" для температуры и размерности измеренных физических параметров) программная память увеличится примерно на 2,5 кБ (2560 байт). И хватит ли программной памяти МК EFM8SB10F8 (8 кБ) для функционирования подобного прибора? Как оказалось впоследствии, применение DES E-ink-дисплея в таком приборе вполне возможно, и программной памяти МК также хватило и даже ещё остались неиспользованными около 0,7 кБ. А поскольку потребление тока подобного дисплея в режиме сна всего 0,6 мкА, то время работы прибора при обновлении информации на экране дисплея один раз в пять минут, по подсчётам автора, — более 10 лет при питании от элемента CR2477, срок службы которого не превышает десяти лет. Кроме того, было решено вместо датчика BMP280 использовать BME280 с дополнительным датчиком влажности.

Дальнейшее изложение построено так. Вначале приведены принципиальные схемы устройства и кратко описаны его программные средства, в основном касающиеся вывода информации из МК на дисплей, поскольку о связи МК с



Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

BMP280 подробно написано в [1], а BME280 незначительно отличается от BMP280 в плане программирования, далее приведены чертёж и фотографии общего вида плат прибора. Затем рассмотрены конструкция прибора и результаты его работы.

Схема устройства (**рис. 3**) объединяет схему, предназначенную для функционирования дисплея GDEW0154M10, приведённую в его описании, а также аналогичную схему, приведённую в описании контроллера UC8151, со схемой стандартного функционирования МК EFM8SB10F8G-A-QFN20 (DD1) с подключённым к нему датчиком BME280.

питания (она затягивает низкое состояние сигнала RST, требующееся по штату работы, на время зарядки конденсатора C1), так и в режиме программирования по интерфейсу C2 с помощью сигналов RST и C2D (резистор R2 даёт возможность легко управлять сигналом RST от этого интерфейса). Эти два сигнала (RST и C2D) и общий провод выведены на угловой штыревой разъём XP1, к которому ответным гнездом подключается кабель сопряжения с USB DEBUG-адаптером, который, в свою очередь, сопрягается с компьютером по интерфейсу USB (схему сопряжения можно найти в [2]). Второй вариант программирования МК — по интерфей-

(сброс) и принимается сигнал BUSY (занято).

Питание на плату МК подаётся через угловой штыревой разъём X1 (+3 В и общий провод), к которому ответным гнездом подключается кабель, вторая сторона которого соединена с элементом G1. Если элемент оборудован двумя приваренными контактами, то на вторую сторону этого кабеля припаивают два цанговых гнезда, которые надевают на контакты элемента. Если элемент без контактов, можно использовать для него либо батарейный отсек (в этом случае два провода второй стороны кабеля просто припаивают к контактам этого отсе-

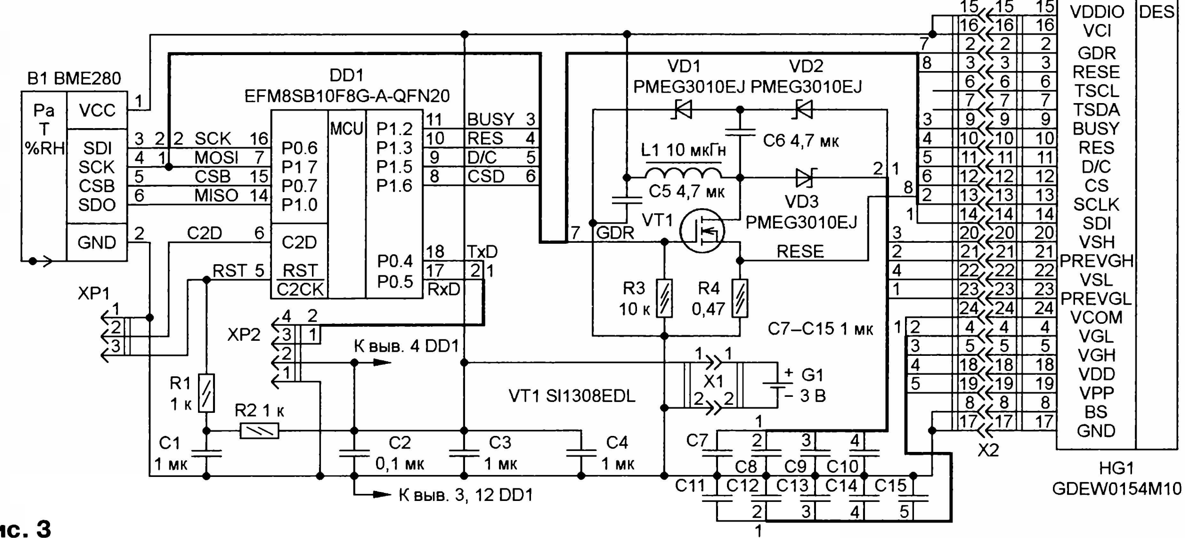



**Рис. 3**

DC-DC-конвертер, собранный на транзисторе VT1, дросселе L1, диодах VD1—VD3 и конденсаторах C5, C6, требуется для получения напряжений +20 В (вывод PREVGH HG1) и −20 В (вывод PREVGL HG1), необходимых для штатного функционирования дисплея. Для работы DC-DC-конвертера на затвор транзистора VT1 из контроллера дисплея подаётся меандр частотой около 1,8 МГц (вывод GDR HG1). Конденсаторы C4, C7—C15 требуются для штатной работы контроллера. Диоды VD1—VD3 (в оригинальной схеме — MBR0530 в корпусе SOD123 размерами 1,6×3,7 мм) были заменены диодами PMEG3010 в более компактном корпусе SOD323 размерами 1,3×2,5 мм. Кроме того, диоды PMEG3010, по сравнению с MBR0530, имеют меньшее прямое падение напряжения и больший максимальный ток, 1 А против 0,5 А у MBR0530. Рекомендуемую производителем дисплея катушки индуктивности L1 автору найти не удалось, поэтому она была заменена более распространённой катушкой SH4028 индуктивностью 10 мкГн с максимальным током 1 А. Из дисплея выходит плоский шлейф с 24-я контактами с шагом 0,5 мм, который вставляется в ответный разъём, расположенный на плате.

RC-цепь R1R2C1 предназначена как для штатной работы МК при включении

су RS232 через COM-порт компьютера (COM1) с помощью двух сигналов TxD и RxD. Эти два сигнала (TxD, RxD), общий провод и напряжение питания +3 В выведены на угловой штыревой разъём XP2, к которому ответным гнездом подключается кабель от преобразователя уровней сигналов интерфейса RS232 в уровни TTL и обратно, а этот преобразователь уровней, в свою очередь, подключается к порту COM1 компьютера. Схемы и программные средства этого режима программирования приведены в [3]. Интерфейс сопряжения МК с BME280 и дисплеем один и тот же — SPI.

Если для сопряжения с BME280 используется полный двунаправленный интерфейс SPI (сигналы MOSI, MISO и SCK), т. е. в/из BME280 передаётся/принимается информация, то для сопряжения с дисплеем используется однонаправленный интерфейс SPI (сигналы MOSI и SCK) или, другими словами, в дисплей только передаётся информация. Скорость обмена по SPI — 5 Мбод. Сигналы выбора кристалла CS для BME280 и дисплея разные: CSB и CSD соответственно. Обмен по SPI идёт с тем устройством, у которого уровень сигнала CS низкий (лог. 0). Помимо сигналов интерфейса SPI (и CSD), в дисплей передаются сигналы D/C (Data/Command — данные/команда) и RES

ка), либо непосредственно припаять провода к элементу.

Все резисторы и керамические конденсаторы — для поверхностного монтажа типоразмера 0603, кроме C6. Конденсатор C6 — выводной. На его выводы надета фторопластовая трубка. Вместо используемой катушки индуктивности для поверхностного монтажа (SH4028) можно применить катушку, которую нужно намотать на ферритовом кольце из материала M2500НМС1 (μ = 2500) К4×2,5×1,2 тройным проводом ПЭЛ 0,22. Изначально, до приобретения SH4028, автор использовал именно такую катушку. Чтобы не поцарапать лак обмоточного провода, перед его намоткой острые кромки кольца следует скруглить. При шести витках измеренная индуктивность — 11 мкГн, а омическое сопротивление — 0,05 Ом, что и требуется. Можно также использовать аналогичное кольцо из материала M2000 (μ = 2000), но число витков должно соответствовать индуктивности около 10 мкГн.

Программа для МК в уже готовом загрузочном формате (EFM8SB10F8G-A-QFN20_6.hex) приведена в дополнительных материалах к статье на сайте журнала. Её можно запрограммировать в МК любым из двух вышеприведённых способов. Однако для тех, кто хочет самостоятельно написать свою про-

грамму, автор хотел бы поделиться некоторыми её моментами, в основном связанными с выводом информации на дисплей, поскольку обмен информацией МК с BMP280 подробно описан в [1], а программирование BME280 такое же, и чтобы не повторяться, останавливаться на нём, на взгляд автора, не имеет смысла.

Наиболее полную информацию о программировании E-ink (или E-paper)-дисплеев можно найти на сайтах www.e-paper-display.com и www.good-display.com, поскольку из описания (datasheet) контроллера UC8151 понять, как программируются подобные дисплеи, весьма проблематично. На этих сайтах приведены примеры программ для плат STM32 (на C), Arduino (на C), Raspberry Pi (на Phyton) и ESP8266 (на Phyton). Наличие подобных программ позволяет с их помощью легко запрограммировать E-ink-дисплей в более простом восьмиразрядном МК, с программной памятью всего 8 кБ, каковым является EFM8SB10F8. Наиболее легко читаемы программы на Phyton'е, поскольку в них вся программа представлена всего одним текстовым *.py-файлом, в отличие от программ на C, где имеются бесчисленные дополнительные *.h-файлы, включённые (#include <...>) в основную программу, и "лазить" по этим файлам, чтобы понять работу основной программы, — дело очень неприятное, долгое и неблагодарное.

В основном при программировании E-ink-дисплея имеются две проблемы. Первая — это инициализация дисплея. В примерах программ такая инициализация заключается в загрузке в дисплей порядка 30—35 команд и данных, определяющих разрешение дисплея, установку счётчиков строк и столбцов на начало, различные моменты установки напряжений DC-DC конвертора, температурные параметры и т. п., и особой сложности (инициализация) не представляет. Для решения этой проблемы нужно просто очень внимательно, без ошибок, переписать (из примеров) все эти команды и данные, передаваемые вслед за командами, в свою программу, и всё будет работать.

Иное дело — вывод информации на дисплей. Здесь имеются два варианта. Но прежде чем описывать эти два варианта, сделаем некоторое отступление относительно того, что и как требуется вывести в E-ink-дисплей.

Исходя из разрешения дисплея 152×152 пиксела, для отображения трёх параметров — давления, температуры и влажности — имеет смысл расположить показания этих параметров на дисплее в три ряда. В первом ряду — показания давления, во втором — температуры, в третьем — влажности. Если, например, давление равно 751 мм рт. ст., температура 25 °C, а влажность 45 %, то в первом ряду должно быть число "751" и какой-либо символ, отражающий размерность давления, например "мм Hg", достаточно часто используемый, поскольку символы "мм рт. ст." занимают много места. Другими словами, по горизонтали должны располагаться четыре символа. Такое же число символов должно располагаться во втором и третьем рядах. Например, для температуры это будет знак "плюс" или "минус", показания, например, "25" и символ "°C", а для влажности — какой-либо символ, отражающий само понятие влажности, например, капля с делениями, как часто его обозначают, показания, например, "45" и размерность, "%".

Дисплей в программном смысле представляет собой строки и столбцы. Каждая строка имеет ширину ровно восемь пикселов, которым соответствуют восемь бит или один байт. Таким образом, в дисплей по вертикали поместятся ровно 19 строк (19 × 8 = 152), начиная с нулевой и заканчивая 18-й. Кроме того, в дисплее имеется ровно 152 столбца, начиная с нулевого и заканчивая 151-м. Если показания располагаются в три ряда, значит, каждый символ должен состоять либо из шести строк (6 × 8 = 48 пикселов), т. е. по вертикали это займёт 6 × 3 = 18 строк или 18 × 8 = 144 пиксела, либо из пяти строк (5 × 8 = 40 пикселов), тогда по вертикали получим 5 × 3 = 15 строк или 15 × 8 = = 120 пикселов. Но поскольку между символами должен быть пробел хотя бы в одну строку, то при высоте символа в шесть строк получим только одну пробельную строку, поэтому высота символа в шесть строк неприемлема. Исходя из этого, было решено использовать высоту символа в пять строк или 40 пикселов. По ширине такой символ должен быть таким, чтобы по горизонтали поместилось четыре символа. Кроме того, необходимо, чтобы между символами также было бы несколько пробелов, т. е. несколько пробельных столбцов шириной в один пиксел. Если ширина символа, например, 32 пиксела, то четыре символа займут 32 × 4 = 128 столбцов и останется 152 – 128 = 24 пробельных столбца.

Таким образом, если один символ занимает поле 40×32 пиксела, или пять однобайтных строк и 32 столбца, то для его вывода на дисплей понадобятся 5 × 32 = 160 байт. О том, как сформировать эти 160 байт, будет рассказано далее. Вывод информации на дисплей осуществляется по строкам и столбцам.

Теперь, возвращаясь к прерванной последовательности изложения, можно уже пояснить, что же это за два варианта вывода.

В первом варианте специальными командами, посылаемыми в дисплей, можно сформировать три окна высотой по пять строк и шириной 152 столбца. При этом нужно указать номера начальной и конечной строк окна и номера начального и конечного столбцов. Например, для первого ряда это может быть 0-я и 4-я строки или, пропустив одну пробельную строку сверху, 1-я и 5-я строки. А номера начального и конечного столбцов указать как 0-й и 151-й. В дисплее организованы счётчики строк и столбцов. При выводе символа в окно счётчики строк и столбцов могут инкрементироваться (увеличиваться на единицу) или декрементироваться (уменьшаться). Это зависит от команды, посылаемой в дисплей. Для простоты объяснения предположим, что они инкрементируются. Пусть начальные и конечные значения счётчиков строк и столбцов равны 1 и 5 и 0 и 151 соответственно. Тогда при выводе символа (160 байт) происходит следующее. При выводе пяти байт (с 0-го по 4-й из 160) в 0-й столбец счётчик строк инкрементируется, но после вывода 5-го байта (в строку номер 5) счётчик строк автоматически устанавливается на первую строку, а счётчик столбцов инкрементируется, т. е. устанавливается с 0-го на 1-й столбец. Это позволяет не следить за счётчиками, в связи с чем все 160 байт каждого символа, если их выводить подряд, выведутся туда, куда нужно. Аналогично можно сформировать второе окно для второго ряда и третье окно для третьего ряда символов и таким же способом вывести всю необходимую информацию в дисплей. Кстати, такой же способ вывода применяется при выводе информации в OLED-дисплей. На первый взгляд кажется, что вывод информации в E-ink-дисплей очень простой. Но здесь кроется один неприятный момент или своеобразная ловушка по времени. Дело в том, что после того как информация записана в памяти контроллера, для того чтобы она попала на экран дисплея, необходимо дать команду, которую в программах называют "update" (обновить) или "refresh" (освежить). В русском языке есть понятие "освежить в памяти". На самом деле такой "рефреш" при переносе изображения из записанного в памяти контроллера на экран дисплея занимает несколько секунд, в отличие от OLED-дисплея, у которого информация на экране появляется сразу же после записи в память контроллера. Например, "рефреш" для каждого подобного окна занимает около пяти секунд, а для всех трёх окон — более 15 с. Кроме того, при таком оконном выводе требуется предварительно ещё очистить весь дисплей, т. е. заполнить всю его память, а это 19 × 152 = 2888 байт, числами ffh, и в конце дать ещё одну команду "рефреш". Причём, как ни странно, очистка экрана занимает менее четырёх секунд, точнее — 3,8 с. В результате подобный оконный вывод займёт около 22 с, это было проверено секундомером. Естественно, при таком оконном выводе дисплей работает по полной программе и потребляет значительный ток в течение 22 с. Даже при обновлении показаний давления, температуры и влажности один раз в пять минут всё равно 22 с, это непозволительно долго. Здесь уже ёмкости никакого элемента не хватит или его придётся часто менять. В связи с этим автор задался вопросом: а нельзя ли вывести всю информацию на экран дисплея за один раз так, как это делается, например, при очистке экрана? Тогда появился ещё один...

... второй вариант вывода. Пусть последние, четвёртые, символы в каждом из трёх рядов отражают размерности измеренных параметров, например, "ммHg" для давления, "°C" для температуры и "%" для влажности. Тогда, чтобы заполнить самый правый


Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 1, 2023

(151-й) столбец, можно вывести один верхний пробел шириной в одну строку — один пустой байт, равный ffh, далее вывести последние пять байт (из 160) символа "ммHg", далее вывести пробел — ffh, затем вывести последние пять байт символа "°C", далее ещё раз пропустить одну строку — ffh, далее вывести последние пять байт символа "%" и в конце вывести ещё один пробел — ffh. В результате выведутся ровно 19 строк (19 байт) в 151-й столбец, после чего счётчик столбцов автоматически декрементируется и установится на 150-й, а счётчик строк, инкрементируясь и достигнув 19, установится на нулевую строку. После этого опять пропускаем верхнюю строку и выводим, как и ранее, по пять, но уже предпоследних байт каждого символа и соответствующие пробелы. Таким же образом выводим и все остальные из 160 байт вышеуказанных символов. Затем аналогичным образом выводим и все остальные символы — уже числа — показаний давления, температуры и влажности. Далее даём одну команду "рефреш", и на этом весь вывод информации в дисплей заканчивается. Кроме того, при таком "безоконном" выводе очищать дисплей (с командой "рефреш") уже не потребуется. Запрограммировав подобный вывод в МК и запустив его, автор стал наблюдать за дисплеем. Экран мигал около четырёх секунд, и, о чудо!, на дисплее полностью отразились все показания и их размерности. Такой вывод информации в дисплей автор и взял на вооружение.

На первый взгляд кажется, что подобный вывод более сложен и потребует больших усилий с точки зрения программирования. Однако практика показала, что ничего сверхсложного в этом нет. В дополнительных материалах к статье приведён текст фрагмента программы с подобным выводом. Просмотрев этот фрагмент, можно убедиться, что всё довольно просто.

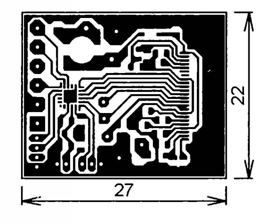
Теперь по поводу получения кодов символов. Для этого автор использовал программу GLCD Font Creator v. 1.2.0.0 (от компании MikroElektronika — www.mikroe.com). В ней можно выбрать практически любой шрифт, его параметры, например, размер, свойства — жирный, обычный, наклонный и т. п.

Рис. 4

**Таблица 2**

```
Program Size: data=115.1 xdata=0 const=0 code=7504
LX51 RUN COMPLETE. 0 WARNING(S), 0 ERROR(S)
Finished building target: EFM8SB10F8G-A-QFN20_6.omf
```

Программа сформирует все символы этого шрифта и выведет их на экран. Далее необходимо убрать все пустые строки и столбцы сверху, снизу и справа, чтобы каждый символ вписался в окно определённого размера, в нашем случае — 40×32 пиксела. Это делается специальными опциями с пиктограммами, на которые необходимо навести курсор мыши и кликнуть. Для того чтобы цифры и символы выводились на дисплей справа налево и сверху вниз, каждый символ необходимо перевернуть вверх ногами — отразить по вертикали и отразить по горизонтали. Это можно сделать всего двумя кликами мыши по соответствующим пиктограммам в меню программы — синий и красный овалы на **рис. 4**. В этом случае, например, цифра два будет выглядеть, как на рис. 4.



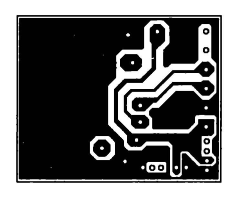


**Рис. 5**

После этого, нажав на пиктограмму "Export for GLCD" и в открывшемся окне — на опцию "microC", получим файл на С (его также следует назвать), в котором будут содержаться все 160 байт для каждого символа. Их остаётся только привести в приемлемый для программы вид и сформировать из них двумерный массив, например MD[16][160], где первое измерение [16] отражает число символов, а второе [160] — число байт для каждого символа.

Для цифр был выбран шрифт Clarendon размера 40, жирный. Для него был сформирован файл на С с именем (**табл. 1**), который автор использовал для отображения цифр.

**Таблица 1**

```
//GLCD FontName : Clarendon32x40
//GLCD FontSize : 32 x 40
```

Шрифт Clarendon был выбран по следующим соображениям. Он не такой строгий, как, например, Arial или Courier New, но и не слишком вычурный. По сравнению с жирным Times New Roman, Clarendon значительно "жирней", т. е. чёрные пикселы каждого символа занимают большую площадь окна 40×32 пиксела, и, естественно, символ легче читается. Кроме того, на взгляд автора, шрифт Clarendon достаточно симпатичный.

Символы, которых нет в этом шрифте, были буквально нарисованы в программе GLCD Font Creator. Это следующие символы: "ммHg" ("g" взята готовая из шрифта меньшего размера, "мм" и "H" нарисованы), "°C" ("C" была немного сужена и слева пририсован "°"), "%" (нарисован — оригинальный "%" сужен), символ капли с делениями (нарисован). Рисование в программе очень простое: наведя курсор мыши на белый пиксел и нажав левую кнопку, можно получить чёрный пиксел, а наве-

дя на чёрный и нажав правую кнопку, — белый.

После трансляции программы в специальном окне среды программирования Simplicity Studio v.4 (от Silicon Laboratories) отобразится результат этой трансляции — сообщение (**табл. 2**).

Из этого сообщения можно заключить, что в программе использована почти вся внутренняя оперативная память с прямой адресацией объёмом 128 байт (data=115.1), а внешняя оперативная память с косвенной адресацией объёмом 256 байт не использована (xdata=0). Кодовая часть программы использует почти всю программную память объёмом 8 кБ или 8192 байта (code=7504). Остаток программной памяти равен 8192 – 7504 = 688 байт ≈ ≈ 0,7 кБ. Кроме того, при трансляции применена так называемая small-модель, в которой данные располагаются в области памяти с прямой адресацией (data). В этом случае, во-первых, существенно экономится программная память, а во-вторых, программа работает несколько быстрее.

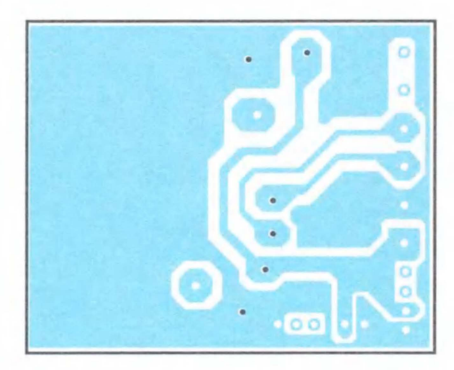



**Рис. 6**

И последнее, что следует добавить по поводу программных средств. Если бы программа "не влезла" в 8 кБ, у автора имелся наготове МК EFM8SB20F16 с программной памятью 16 кБ и оперативной — 4 кБ. Поэтому автором не предпринималось никаких специальных мер по снижению объёма кодовой части программы. Но, как видно из вышеизложенного, этот МК не понадобился. Другими словами, даже с таким дисплеем с относительно высоким разрешением (152×152), имеющим практически типографское качество изображения символов, МК EFM8SB10F8 вполне достаточно.

Разводка платы сделана с помощью программы SprintLayOut v.6. Файл разводки в формате *.lay6 приведён в дополнительных материалах к статье на сайте журнала. Плата изготовлена из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Чертёж платы показан на **рис. 5**, а расположение элементов в масштабе 2:1 — на **рис. 6**. Из рисунка разведённой платы и её внешнего вида с уже подключённым дисплеем (**рис. 7**, **рис. 8**) можно заключить, что разводка платы очень проста, а сама плата имеет небольшие размеры — 22×27 мм. Здесь следует добавить, что если не предполагается программирование МК с помощью COM-порта компьютера, то разъём (XP2, рис. 3) не нужен, поэтому сверлить для него отверстия и припаивать его совсем не обязательно, в авторском варианте он отсутствует. На рис. 5 и рис. 7 его место слева внизу. В центре платы можно заметить три контактные площадки с переходными отверстиями с одного слоя на другой. Кроме того, под катушкой индуктивности также расположена контактная площадка с отверстием. В эти отверстия, которые на рис. 6 отмечены чёрными точками, необходимо вставить медный лужёный одножильный провод и пропаять его с двух сторон платы. Через все остальные переходные отверстия проходят либо контакты разъёмов, либо ножки выводных компонентов, которые также необходимо пропаять с двух сторон платы. Всё это позволило не использовать металлизацию отверстий, технология которой в домашних условиях весьма проблематична и поэтому неприемлема.

В качестве корпуса была использована обычная распределительная коробка размерами 50×50×20 мм, купленная в магазине электротоваров за 28 руб. Дисплей приклеен к стеклотекстолитовой пластине толщиной 1,5 мм тонким (80 мкм) скотчем с двухсторонним липким слоем, а сама пластина приклеена к внутренней поверхности корпуса с вырезанным окном пористой лентой с двухсторонним липким слоем. Для того чтобы не повредить дисплей при прижатии пластины к корпусу в момент приклеивания, по краям дисплея были приклеены к скотчу узкие полоски из тонкого (1 мм) стеклотекстолита. Толщина этих полосок чуть больше толщины дисплея (примерно 0,95 мм), и при приклейке пластины они не дают хрупкому стеклу дисплея соприкасаться с корпусом, т. е. принимают на себя всё усилие прижатия. Шлейф дисплея перегнут через выемку в пластине и вставлен в плату с предварительно подключённым модулем с BME280, которая приклеена к обратной стороне (по отношению к дисплею) пластины пористой лентой с двухсторонним липким слоем.

**Рис. 7**

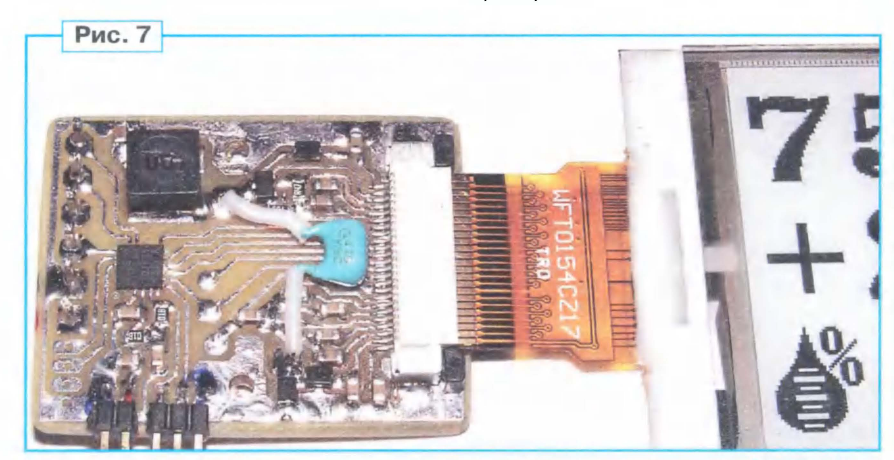
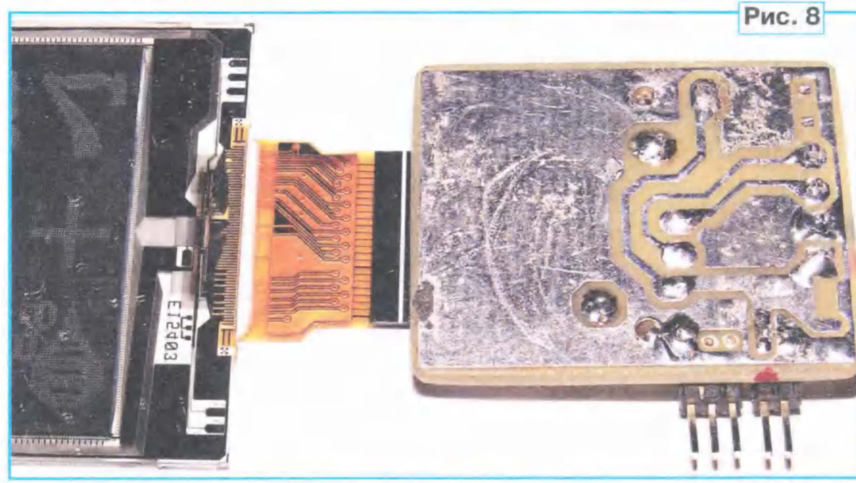



**Рис. 8**





Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

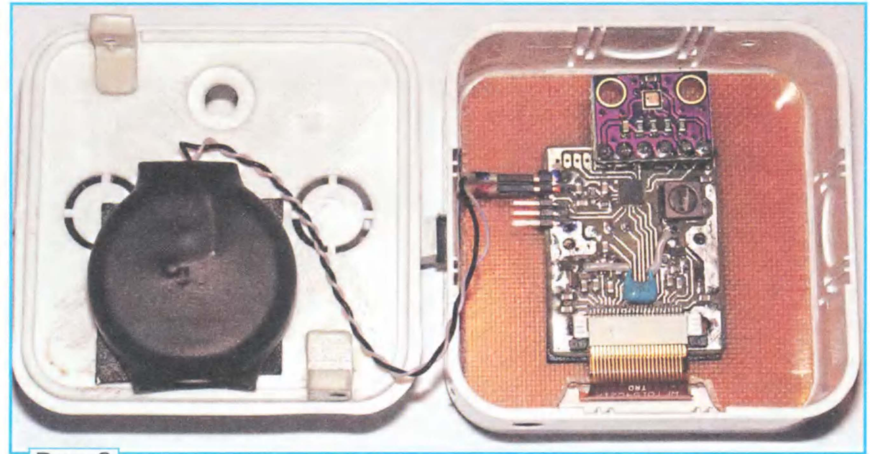

Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11

Элемент питания приклеен к крышке корпуса такой же пористой лентой (**рис. 9**). К крышке также приклеены два пластмассовых уголка, с помощью которых её привинчивают к корпусу двумя винтами с резьбой М2 с потайной головкой. Один из них можно заметить на **рис. 10** слева снизу.

Если не удастся приобрести элемент CR2477 с приваренными контактами, к нему можно припаять два провода по следующей технологии. Вначале необходимо зачистить обе поверхности элемента наждачной бумагой и протереть их спиртом, например изопропиловым. Затем необходимо смочить места пайки паяльной кислотой. Далее разогретым паяльником мощностью не менее 60 Вт залудить оба места пайки, кратковременно, не более двух секунд, коснувшись их паяльником с расплавленным припоем на конце жала. Перед тем как залуживать вторую сторону элемента, необходимо дать ей остыть до комнатной температуры. Далее следует тщательно вымыть элемент горячей водой с мылом, вытереть сухой салфеткой, высушить и ещё раз протереть спиртом. После этого можно уже припаивать провода к залуженным местам. Время пайки также не должно превышать двух секунд. Далее вставляют элемент в отрезок широкой термоусаживаемой трубки. Для CR2477 автор использовал трубку шириной 30 мм, в сложенном состоянии — в виде полоски. Далее, взяв пинцетом элемент с надетой трубкой, необходимо подержать её над конфоркой газовой плиты или газовой горелкой до тех пор, пока трубка не даст усадку и не примет вид, похожий на рис. 9. При этом провода будут надёжно прижаты к элементу.

После того как на контакты питания платы надет разъём питания кабеля от элемента, прибор сразу начинает работать. Остаётся только привинтить крышку, и прибор готов (рис. 10).

Для проверки правильности показаний прибора автор, так же, как и в [1], использовал прибор БМ-2, поэтому, чтобы не повторяться, фотография сравнения показаний двух приборов не приводится. По температуре и давлению оба прибора показали практически идентичные результаты, а вот по влажности БМ-2 показал 53 %, а изготовленный прибор — 56 %. Что касается работы прибора при отрицательных температурах, то, как видно из **рис. 11**, при −10 °С он прекрасно работает. Эта фотография приведена отнюдь не для сравнения его показаний с уличным термометром (хотя, конечно, и это), а для того, чтобы удостовериться в том, что DES E-ink-дисплей адекватно работает при отрицательных температурах. Многие E-ink-дисплеи могут работать только в интервале температур от 0 °С до +30 °С.

Для того чтобы стекло уличного термометра не запотевало, иначе его показаний вообще не видно, автор нанёс на стекло тонкий слой моющего средства для посуды. Но, как ни странно, стекло дисплея не запотевает, и его показания прекрасно читаются.

Применение DES E-ink-дисплея совместно с малогабаритным микропотребляющим МК EFM8SB10F8 и готовым модулем с BME280 позволило сконструировать недорогой прибор небольших размеров, измеряющий атмосферное давление, температуру и влажность. По сравнению с подобным прибором с ЖКИ [1] описанный в статье прибор может работать от одного литиевого элемента питания CR2477 в два раза дольше (до 10 лет), и, кроме того, визуализация его показаний существенно улучшена за счёт практически типографского качества изображения символов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузьминов А.** Барометр-термометр с питанием от литиевого элемента CR2477. — Радио, 2022, № 8, с. 40—42; № 9, с. 40—44.

2. **Кузьминов А. Ю.** Связь между компьютером и микроконтроллером. Современные аппаратные и программные средства. — М.: Издательство "Перо", 2018.

3. **Кузьминов А.** Программирование микроконтроллеров EFM8 с помощью встроенного загрузчика программ. — Радио, 2018, № 12, с. 11—14.

*От редакции. Файл для программирования микроконтроллера и чертёж печатной платы находятся по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/bar-termo-hygro-des.zip*** *на нашем ftp-сервере.*

# Цифровой регулятор мощности с кнопочным регулированием и внешним управлением

***В. КРАВЦОВ, г. Новороссийск Краснодарского края***

Устройство предназначено для управления мощностью сетевой нагрузки 230 В с возможностью автоматического его увеличения на нагрузке до максимальной за установленное время и индикацией завершения процесса регулировки с помощью светодиода и транзисторного оптрона для внешних устройств. При отсутствии внешней команды включение нагрузки и регулировка выходной мощности осуществляются кнопками. В процессе выхода на максимальный режим мощность можно изменять в обе стороны с помощью кнопок. Во время ручной регулировки автоматическая останавливается, но при отключении ручного управления автоматическая продолжится со ступени, установленной в ручном режиме. Крайние положения интервала регулирования индицируются светодиодом.

Схема регулятора показана на **рис. 1**. При подаче напряжения 3...5 В на входы In+ и In– от внешнего устройства транзисторный оптрон U1 разрешает работу счётчика DD1 с RC-генератором на элементах C2, R4 и R6, частота которого делится на 32768, и на выходе 15 (вывод 5) периодически появляются импульсы, которые через конденсатор C3 поступают на счётный вход (вывод 15) двоичного реверсивного счётчика DD3. Одновременно на входах R счётчиков DD3 и DD4 через диод VD4 устанавливается уровень лог. 0, разрешающий их работу, открывается транзистор VT2 и включается светодиод HL1 зелёного свечения, сигнализирующий о включении нагрузки. На входе +/– (вывод 10) счётчика DD3 первоначально присутствует сигнал с уровнем лог. 1, обеспечивающий суммирование импульсов с выхода счётчика DD1. Полученный четырёхразрядный двоичный код, который задаёт мощность на нагрузке, поступает на входы предварительной установки двоичного реверсивного счётчика DD4. С узла формирования сигнала перехода сетевой полуволны через ноль, реализованного на элементах VT1, VT4, R15, R19, R22, короткий импульс поступает на вход SE (вывод 1) счётчика DD4, обеспечивая запись параллельного кода каждые 10 мс. Одновременно с помощью инвертора DD2.6 синхронизируется работа генератора заполняющих импульсов с частотой следования 1600 Гц, реализованного на элементах DD2.4, DD2.5, C5, R11 и R13, выход которого подключён к счётному входу счётчика DD4.

В каждом полупериоде сетевого напряжения на выходе P̄ (вывод 7) этого счётчика появляется импульс, фазовая задержка которого определяется предварительно записанным в счётчик DD4 кодом и частотой генератора заполняющих импульсов. В этот момент с помощью транзистора VT5 и симисторного оптрона U2 формируется импульс управления симистором VS1, обеспечивая подачу в нагрузку части полуволны сетевого напряжения. В результате действующее напряжение на нагрузке меняется от нулевого значения при нулевом коде (0000) на выходе счётчика DD3 до максимального, когда код 1111. По окончании заполнения счётчика DD3 на его выходе P̄ (вывод 7) появляется сигнал с уровнем лог. 0, который через диод VD3 прекращает работу счётчика DD1, чтобы предотвратить повторный цикл ступенчатого регулирования мощности в нагрузке. С помощью транзистора VT3 включается светодиод HL2 синего свечения, и транзисторный оптрон U3 выдаёт сигнал во внешнюю цепь о достижении максимальной мощности.

В случае необходимости изменения мощности во время действия внешней команды надо использовать кнопки SB1 и SB3. Для перехода в режим кнопочного управления необходимо кратковременно нажать на кнопку SB3. Триггер на инверторах DD2.2 и DD2.3 переключит-

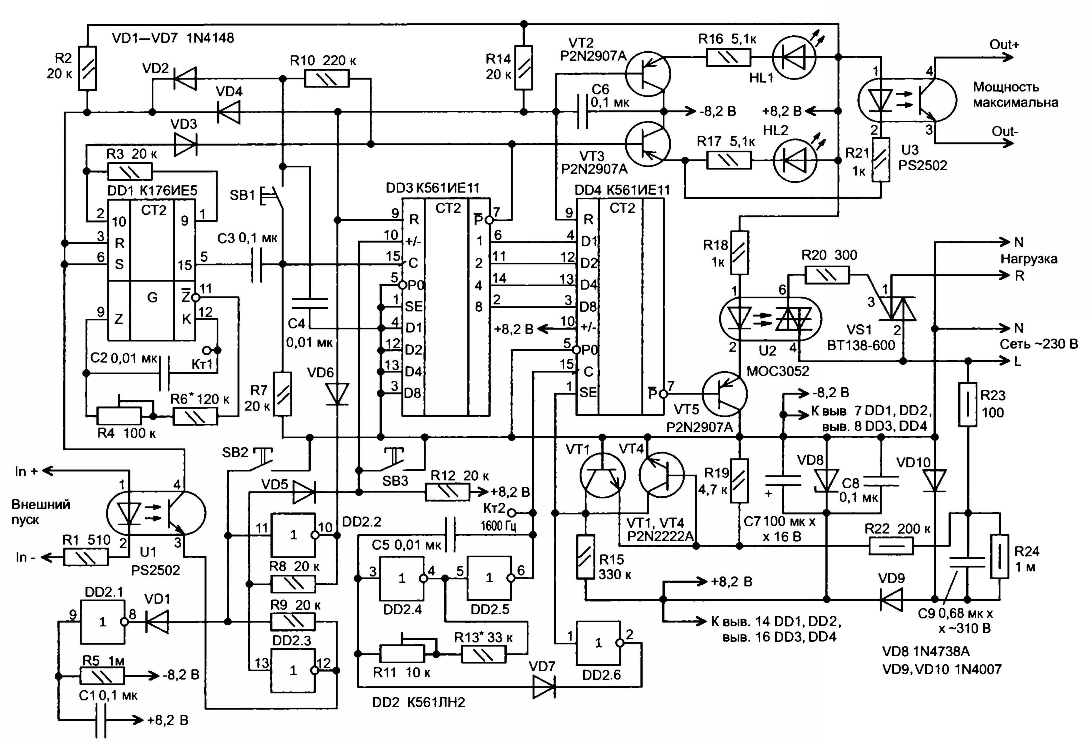



**Рис. 1**

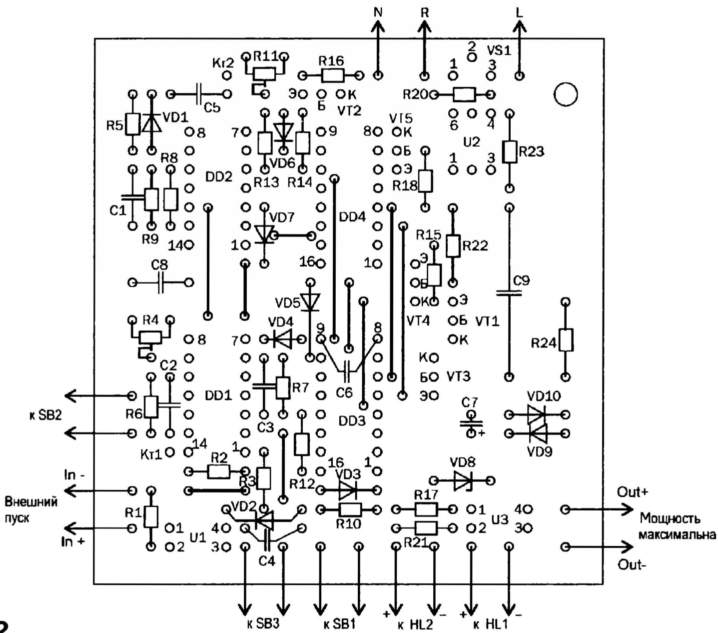



**Рис. 2**

ся в противоположное состояние, отключит выход транзисторного оптрона U1 и, соответственно, режим внешнего управления, чтобы предотвратить влияние внешней команды на процесс ручного регулирования. Через диод VD6 на входах R сброса счётчиков DD3, DD4 удержится сигнал с уровнем лог. 0. Для ступенчатого увеличения мощности необходимо кратковременно нажимать на кнопку SB1 до достижения требуемого уровня мощности. Резистор R10 и конденсатор C4 предназначены для устранения дребезга контактов кнопки SB1, при нажатии на которую на счётный вход C счётчика DD3 поступает очень короткий импульс за счёт заряда конденсатора C4. При достижении двоичного кода на выходах счётчика DD3, равного 1111, на его выходе P̄ (вывод 7) появляется сигнал лог. 0, включается светодиод HL2, сигнализирующий о максимальной мощности, и отключается питание кнопки SB1.

Для уменьшения мощности надо нажать на кнопку SB3 и, удерживая её, нажать на кнопку SB1. С установленным вручную уровнем мощности регулятор может стабильно находиться сколь угодно долго. Для перехода устройства в режим внешнего управления необходимо нажать на кнопку SB2, триггер на инверторах DD2.2 и DD2.3 возвратится в исходное нулевое состояние. При включении устройства в сеть первоначальная установка этого триггера в исходное состояние производится элементами DD2.1, C1, R5, VD1. Для исключения возможного сброса счётчиков DD3 и DD4 в момент перехода на другой режим служит конденсатор C6. Если в это время исполнялась внешняя команда, то она продолжится до достижения максимального уровня выходной мощности. При отсутствии внешней команды нажатием на кнопку SB2 нагрузка будет отключена. Таким образом, кнопка SB3 включает режим кнопочного управления и обеспечивает уменьшение выходной мощности, кнопка SB1 предназначена для ступенчатого увеличения или уменьшения мощности, а кнопка SB2 отключает этот режим.

Все элементы регулятора размещены на печатной плате (**рис. 2**) из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм. Вместо микросхемы К561ИЕ11 можно использовать импортную микросхему CD4510B, КП6НЕ5 не имеет полных импортных аналогов, и без коррекции печатной платы замена невозможна. Транзисторные оптроны U1, U3 заменимы оптронами 249КП1, PC817, TLP521-1, а симисторный оптрон U2 — оптроном MOC3023. Транзисторы VT1, VT4 могут быть серий MPSA05, КТ3117А1 или КТ3102 с любым буквенным индексом, а VT2, VT3, VT5 — любые серий КТ209, КТ502 или импортные MPSA06, BC636. Оксидный конденсатор C7 — К50-35 или импортный аналог, конденсаторы C2 и C5 — плёночные К73-17 или импортные аналоги, конденсатор C9 — импортный полипропиленовый MPX-X2, KNB1530 или аналогичный ёмкостью 0,47...0,68 мкФ, допускающий работу при переменном напряжении не менее 275 В. Остальные конденсаторы — любого типа, например, КМ, К10-17 или импортные. Стабилитрон VD8 — 1N4739A, BZV85-C8V2, BZV85-C9V1 или отечественный КС482А. Нежелательно использовать маломощные стабилитроны КС181Ж, КС208Ж или подобные, так как они имеют небольшой максимально допустимый ток и могут быть повреждены при импульсных помехах в сети. Кнопки SB1—SB3 могут быть любыми тактовыми. В авторском варианте использованы мембранные кнопки KLS7-TS6601-13.0-180, размещённые на корпусе устройства. Толкатели этих кнопок должны иметь надёжную изоляцию. Светодиоды HL1 и HL2 — импортные диаметром 3 мм. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-23 или импортные металлоплёночные. Резистор R19 типоразмера 1206 установлен со стороны печатных проводников. Подстроечные резисторы R4 и R11 — RM063, RM065, СП3-19А или аналогичные. Тип применяемого симистора VS1 зависит от мощности планируемой нагрузки. Если ток нагрузки превышает 2 А, симистор необходимо установить на теплоотвод.

Резистором R4 устанавливают время выхода на максимальный режим при наличии внешней команды. С указанными на схеме номиналами частоту генератора с помощью этого резистора можно регулировать в диапазоне 273...546 Гц, которая затем в счётчике DD1 делится на 32768 раз. В результате на его выходе 15 (вывод 5) импульсы перехода на следующую ступень появляются каждые 1...2 мин. Режим выхода на максимальную мощность состоит из 15 ступеней, поэтому время его исполнения составляет 15...30 мин.

Налаживание сводится к установлению расчётной частоты генератора DD1 и частоты 1600 Гц в контрольной точке Кт2 с помощью подстроечного резистора R11. Если требуются другие параметры выхода на максимальный режим, рассчитывается соответствующая частота генератора, равная числу 8192, поделённому на время исполнения программы, выраженное в минутах, затем подбирают конденсатор C2. Частоту генератора измеряют в контрольной точке Кт1.

Следует иметь в виду, что регулятор гальванически связан с электрической сетью 230 В, поэтому, во избежание выхода из строя заземлённых измерительных приборов, элементов платы и поражения электрическим током, все измерения следует проводить с большой осторожностью, подключив устройство к сети через разделительный трансформатор мощностью 50...70 Вт.

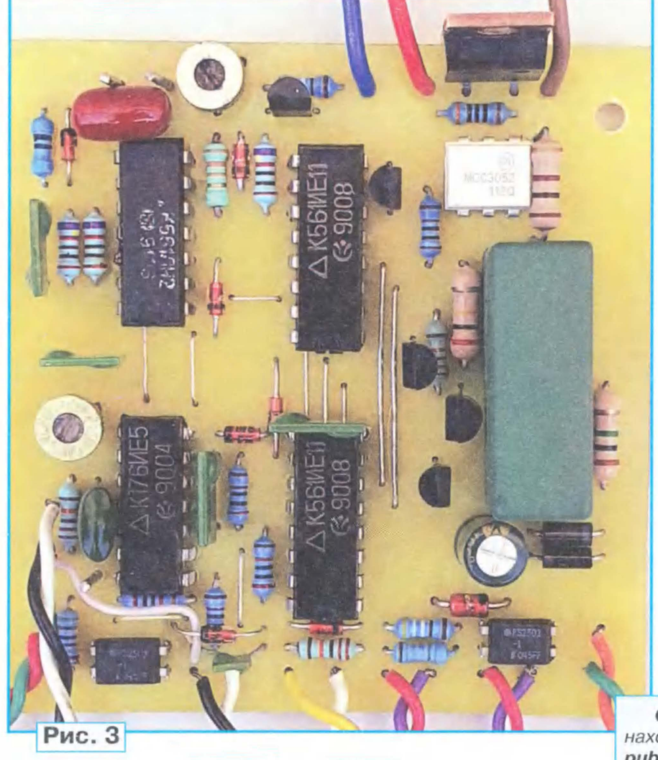



Рис. 3

Внешний вид смонтированной печатной платы показан на **рис. 3**.

Этот регулятор мощности первоначально предназначался для системы "световой будильник", включающей в себя большой напольный торшер с абажуром и электронные часы со светящимся индикатором и встроенным MP3-проигрывателем с USB-портом, которые четырёхпроводным кабелем от компьютерной мышки подключались к плате, размещённой в небольшом корпусе рядом с торшером. Часы были доработаны с целью получения сигнала включения будильника, который подавался на входы In+ и In– платы регулятора, а в цепь управления MP3-проигрывателем с подключённой флешкой с записью пения птиц подключался выход Out+ и Out– регулятора. В настоящее время этот регулятор вошёл в систему "умный дом" с несколькими светильниками, размещёнными в разных местах помещения для имитации рассвета в течение 30 мин, с последующим включением MP3-проигрывателя. Регулятор можно использовать и без внешнего управления.

*От редакции. Чертёж печатной платы находится по адресу* ***http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/regul.zip*** *на нашем FTP-сервере.*

# Исполнительное устройство для системы дистанционного дискретного управления моделями

*О. ИЛЬИН, г.Казань*

Как правило, выходной сигнал дешифратора команд систем дистанционного дискретного управления авиа-, авто- и судомоделями представляет собой перепад напряжения, появляющийся при нажатии соответствующей командной кнопки передатчика. Этот перепад напряжения, поступая на вход исполнительного устройства, приводит в действие подключённый к его выходу исполнительный механизм, преобразующий электрический сигнал в движение толкателя или качалки, связанных с соответствующим органом управления моделью, например, с рулём направления авиамодели, отклонение которого изменяет траекторию её полета.

Обычно основу большинства конструкций применяемых в моделизме исполнительных механизмов дискретного действия образуют либо соленоиды и электромагниты, либо электродвигатели. Достоинство исполнительных механизмов на основе соленоидов и электромагнитов [1—3] — простота конструкции, недостатки — относительно небольшое тяговое усилие, высокое энергопотребление, большие габариты и масса. По сравнению с ними исполнительные механизмы на основе электродвигателей [2—7] имеют, как правило, более высокое тяговое усилие, однако эти исполнительные механизмы более сложны по конструкции, их непросто самостоятельно изготовить, а промышленные изделия трудно приобрести.

От этих недостатков свободны исполнительные механизмы — сервоприводы [8] для систем дистанционного пропорционального управления моделями. Предлагаю исполнительное устройство, которое позволяет применять эти сервоприводы также и в системах дистанционного дискретного управления моделями. Это исполнительное устройство функционирует с дешифратором дискретных команд, описанным в [9], но может работать и с другими подобными дешифраторами. Исполнительное устройство выполнено на доступной элементной базе, несложно в налаживании и стабильно в работе.

**Основные технические характеристики**

Число исполняемых команд .........3
Напряжение питания, В ............9
Потребляемый ток при неподвижном роторе сервопривода, мА, не более ..........15

Схема исполнительного устройства представлена на **рисунке**. Основа этого устройства — генератор с независимой установкой длительности и периода следования импульсов, собранный на интегральном таймере DA1, резисторах R1—R4, R9—R12, конденсаторах C1, C3 и диодах VD1, VD2. Времязадающие элементы мультивибратора — конденсатор C1 и коммутируемые мультиплексором DD1 резисторы R1 и R2, R3 и R4, R9 и R10. Резистор R15 защищает транзистор VT1 от перегрузки по току при случайном замыкании

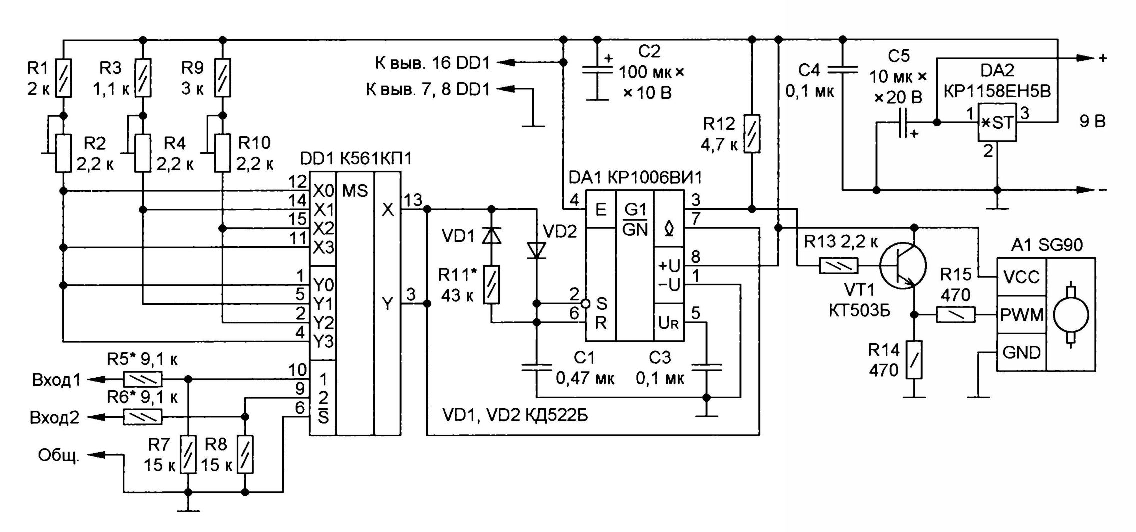

Приём статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

выхода эмиттерного повторителя на общий провод. Интегральный стабилизатор напряжения DA2 формирует напряжение +5 В, необходимое для работы сервопривода А1. Конденсаторы С2, С4, С5 — фильтрующие.

Исполнительное устройство работает так. На управляющие входы 1, 2 мультиплексора DD1 (выв. 10, 9 DD1) с соответствующих выходов дешифратора через делители напряжения R5R7, R6R8, согласующие логические уровни дешифратора и мультиплексора DD1, поступает параллельный двоичный код, одно из двух крайних угловых положений своего рабочего интервала.

В случае подачи одновременно двух взаимоисключающих команд (например, "налево" и "направо") и появлении вследствие этого на входах исполнительного устройства двоичного кода 11 мультивибратор генерирует прямоугольные импульсы напряжения длительностью 1,5 мс, при этом качалка сервопривода А1 занимает нейтральное положение.

Исполнительное устройство смонтировано навесным способом на макетстроечными резисторами R2, R4, R10 длительности генерируемых мультивибратором импульсов в соответствии со значением двоичного кода на входах 1, 2 исполнительного устройства. Период повторения этих импульсов корректируют подборкой резистора R11. Согласование логических уровней дешифратора и мультиплексора DD1 производят подборкой резисторов R5 и R6 (на принципиальной схеме сопротивление этих резисторов указано для работы исполнительного устройства с дешифратором [9]).




который в соответствии с исполняемой командой может принимать значения 00, 01, 10. Например, при коде 00 модель движется прямо, при коде 01 — налево, при коде 10 — направо.

В зависимости от значения этого кода коммутируются между собой соответствующие входы и выходы мультиплексора DD1, при этом зарядка конденсатора С1 происходит либо через резисторы R1, R2 (код 00), либо резисторы R3, R4 (код 01), либо резисторы R9, R10 (код 10), а также диод VD2. Разрядка конденсатора С1 осуществляется через резистор R11, диод VD1 и выводы 1, 7 микросхемы DA1. Во время зарядки конденсатора С1 на выходе мультивибратора (вывод 3 DA1) формируются импульсы напряжения, а во время разрядки — пауза между ними.

Когда на управляющие входы 1, 2 мультиплексора DD1 поступает двоичный код 00, на выходе мультивибратора формируются прямоугольные импульсы длительностью 1,5 мс, при коде 01 — 1 мс, при коде 10 — 2 мс. Период повторения импульсов — 20 мс, их амплитуда — не менее 4 В.

С выхода мультивибратора эти импульсы поступают через эмиттерный повторитель VT1R13R14 и токоограничивающий резистор R15 на управляющий вход (PWM) сервопривода А1, исполнительный орган которого — качалка в зависимости от значения двоичного кода на входах исполнительного устройства, а следовательно, и длительности генерируемых мультивибратором импульсов устанавливается соответственно в нейтральное или в ной плате. Интегральный стабилизатор напряжения DA2 установлен на теплоотвод, выполненный из дюралюминиевой пластины толщиной 1 мм. Площадь рассеивающей поверхности теплоотвода — 6 см$^2$.

Конденсатор С1 — плёночный К73-17, его можно заменить на К73-9, К73-24. Оксидные конденсаторы — К53-16, вместо них можно использовать другие подобные. Остальные конденсаторы — керамические К10-17, вместо них подойдут КМ-6. Постоянные резисторы — С2-33, возможная замена — С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы — многооборотные импортные, вместо них можно использовать отечественные РП1-48, СП3-39 или другие подходящие.

Диоды КД522Б можно заменить диодами этой же серии или серий КД503, КД521. Транзистор КТ503Б заменим любым другим n-p-n транзистором с аналогичными параметрами. Интегральный таймер КР1006ВИ1 заменим импортным аналогом серии 555. Мультиплексор К561КП1 заменим на 564КП1 или импортным функциональным аналогом. Интегральный стабилизатор напряжения КР1158ЕН5В заменим стабилизатором напряжения этой же серии или других серий с номинальным выходным напряжением +5 В и максимальным током нагрузки не менее 500 мА. Вместо сервопривода SG90 можно использовать сервоприводы HXT900, TG9e или любые другие подобные.

Налаживание исполнительного устройства сводится к установке под-

ЛИТЕРАТУРА

1. **Отряшенков Ю. М.** Азбука радиоуправления моделями. — М.: Детская литература, 1965, с. 167—171.

2. **Путятин Н. Н.** Радиоуправление моделями. — М.: Энергия, 1976, с. 55, 56.

3. **Войцеховский Я.** Дистанционное управление моделями. Пособие моделиста и радиолюбителя. Пер с польск. Под ред. А. П. Павлова и Н. Н. Путятина. — М.: Связь, 1977, с. 201—219.

4. **Зуев В. П., Камышев Н. П., Качурин М. Б., Голубев Ю. А.** Модельные двигатели. Пособие для руководителей техн. кружков. — М.: Просвещение, 1973, с. 182—186.

5. **Васильченко М. Е., Дьяков А. В.** Радиолюбительская телемеханика. — М.: Энергия, 1979, с. 49, 50.

6. **Миль Г.** Электронное дистанционное управление моделями / Пер. с нем. В. Н. Пальянова. — М.: ДОСААФ, 1980, с. 37—40.

7. **Плотников В. В.** Аппаратура радиоуправления моделями. — М.: Энергия, 1980, с. 10—18, 23—25.

8. **Васильков В.** Аппаратура радиоуправления. Часть 3. Рулевые машинки. — URL: **http://www.rcdesign.ru/articles/radio/servo_intro** (19.11.22).

9. **Ильин О.** Шифратор и дешифратор дискретных команд для многоканальной системы радиоуправления моделями. — Радио, 2022, № 11, с. 48—52.

***От редакции.** Элементы R12—R14, VT1 можно не устанавливать и соединить вывод 3 DA1 с левым по схеме выводом резистора R15.*

# Юбилейные и "круглые" даты в истории нашего хобби (2023 год)

*Георгий ЧЛИЯНЦ (UY5XE), г. Львов, Украина*

## 100 лет назад

### 1923 год

4 июля Совет Народных комиссаров (СНК) СССР принял декрет "О радиостанциях специального назначения". Это было первое постановление, которое узаконивало построение, в частности, любительских радиоприёмных установок, которые в то время также называли "радиостанциями".

В Харькове было организовано два радиокружка. Первый был создан при телеграфно-телефонном заводе, и его руководителем был Федотов (позже — 79RW, eu5BF), а второй радиокружок был создан в Технологическом институте (позже — RA31, eu5KAA), руководителем которого был инженер Хинкулов.

## 95 лет назад

### 1928 год

С 1 января начала выходить еженедельная газета "Радио в деревне" (орган ОДР СССР).

В январе-феврале проводится "Test EU-EE" ("СССР-Испания"), в котором москвич Дмитрий Григорьевич Липманов (20RA/RK-83, позже — eu2AM, "испанец" — был награждён орденом Ленина) делит с москвичом Иваном Петровичем Палкиным (15RA) второе-третье места — проводят по семь QSO's с коротковолновиками Испании.

*Примечание. Более подробно о Д. Г. Липманове — см. "Радио", 2020, № 11, а об И. П. Палкине — "Радио", 2020, № 10.*

9 февраля 20RA и Вадим Борисович Востряков (05RA, позже — eu2AC, после войны — UA3AM), практически одновременно провели первые QSO's "Москва-США". У 20RA передатчик имел мощность 20 Вт.

*Примечание. Более подробно о В. Б. Вострякове см. в "Радио", 2019, № 10.*

9 февраля при Ленинградских профсоюзах (ЛОСПС) создаётся т. н. "Группа экспериментирующих коротковолновиков" (ГЭК), которая с апреля курсирует в поездах "Ленинград—Кандалакша—Мурманск" и "Ленинград—Москва" со своими радиостанциями (использовался позывной XeuGEK). В состав ГЭК входили ленинградцы В. С. Нелепец (78RA, позже — eu3AM), В. Б. Киселев (23RB, позже — eu3AX), а также А. С. Кондратьев (позже — eu3DZ, U1OD) из ст. Кандалакша и его сын Пётр (87RA, позже — eu3AN, U1OE) из Петрозаводска.

*Примечание. Более подробно о В. С. Нелепце см. в "Радио", 2020, № 7.*

В начале года в течение нескольких дней проводился "test" по связи с "коллективкой" владивостокского Государственного Дальне-Восточного университета RA03 (позже — au1KAB). Больше всех QSO's (аж шесть!) с ней провёл бакинец Б. А. Хионаки (67RA/RK-258, позже — au7AA). По одному QSO провели 10RA, 15RA, 37RA, 52RA и 69RA. Несколько QSO's с RA03 провела "коллективка" харьковской Главной палаты мер и весов ОДР — RA23.

*Примечание.*

*— Этот "test" стал как бы логичным продолжением проведённых 1—3 октября 1927 г. первых соревнований коротковолновиков по связи с отдалёнными районами страны, когда первое и второе места заняли омичи 11RA и 35RA, которые опередили известных коротковолновиков — 15RA и 20RA;*

— Более подробно о RA03 см. в "Радио", 2021, № 8.

17 марта был проведён опыт по установлению радиосвязи на коротких волнах между аэростатом и наземными радиостанциями. Из Кунцево стартовал аэростат. Во время полёта, продолжавшегося 40 ч, находившийся в корзине аэростата Дмитрий Липманов (20RA) провёл QSO's с коротковолновиками Баку, Владивостока, Ленинграда, Москвы, Нижнего Новгорода, Томска и некоторыми коротковолновиками из Нидерландов и Франции.

Весной создаётся Одесская СКВ в составе 5—6 RK (наблюдателей), и уже осенью в её составе были 3 RA (индивидуальных радиостанций) и 25 RK.

Той же весной создаётся Минская СКВ. В её состав вошли 12 человек — операторы трёх коллективных радиостанций (*прим. авт.* — RA54, RA69 и RA73), две индивидуальных (*прим. авт.* — скорее всего, ими были первые белорусские коротковолновики — гомельчане 58RB и 62RB, так как в самом Минске таковых тогда ещё не было, первый минчанин-коротковолновик был зарегистрирован только в конце 1928 г. — eu9AP и несколько RK (наблюдатели)).

В мае состоялся очередной полёт аэростата ОСОАВИАХИМ, радистом которого был ленинградец Павел Александрович Гиляров (08RA, позже — eu3AB).

*Примечание. Более подробно о П. А. Гилярове см. в "Радио", 2021, № 9.*

15 мая было проведено первое телефонное (AM) QSO между воронежцем Дмитрием Евгеньевичем Алексеевским (97RB, позже — eu2DG, U3QT, после войны в Новосибирске — UV9PS) и саратовцем Валерьяном Александровичем Федосеевым (25RA).

21 мая было проведено первое телефонно-телеграфное QSO: 39RA из

Н.-Новгорода Юрий Лукич Аникин (ранее нелегально — R1UAЭ, позже — RK-2, U3VW) с москвичом 61RA (А. К. Мартынов, ранее — RK-219, позже — eu2BW, U3BW).

*Примечание.*

*— Более подробно о Ю. Л. Аникине см. в "Радио", 2021, № 2.*

*— Двоюродный брат Ю. Л. Аникина — Виктор Иосифович Аникин (ранее — 94RA, eu2BW, позже — U3VC, после войны — UA3TA).*

3 июня радионаблюдатель Николай Шмидт (1906—1942), работавший киномехаником в с. Вознесенье-Вохма (Северо-Двинская губерния, ныне — пгт Вохма Костромской обл.) на самодельный одноламповый приёмник-сверхрегенератор первым принял сигнал бедствия отправившейся в мае под руководством итальянского генерала Умберто Нобиле на дирижабле "Италия" научной экспедиции к Северному полюсу.

*Примечание. Более подробно о спасении экспедиции можно прочитать в книге "История одного SOS". — Львов: 2003, 20 с.*

С 12-го по 20 июня 1928 г. проходил III Всесоюзный "test" коротковолновиков.

20 июля в Москве на ул. Никольской в д. 5 открылся Центральный дом ОДР, в котором имелись библиотека, лаборатория, лекторий и помещение для музея.

Летом Томская СКВ проводит удачные опыты радиосвязи на КВ с аэропланом, на котором со своей радиостанцией находился Василий Григорьевич Денисов (37RA, ранее нелегально — R2WD, позже — au1AE).

*Примечание. Более подробно о В. Г. Денисове см. в "Радио", 2020, № 12.*

Летом, совместно с корреспондентом "Комсомольской правды", поднимается на гору Казбек нижегородец А. К. Иванов (73RB, позже — eu2CU, U3VQ).

Летом в советско-германской экспедиции на Памир участвуют члены ленинградской секции коротких волн (ЛСКВ) В. М. Табульский (68RA, позже — eu3AK) и Симон Абрамович Бриман (25RB, ранее — RK-138, позже — eu3AZ, U1AE, в 1937 г. был арестован, осуждён и расстрелян).

Вышла в эфир радиостанция на Ляховских островах (ныне: IOTA — AS-029, RRA — RR-0901), радистом которой стал ленинградец Владимир Васильевич Иванюк (eu3GK, позже — U1BF, был радистом экспедиций на Новую Землю, Землю Франца-Иосифа, Новосибирские острова, "челюскинец").

Во многих городах страны коротковолновики начали активно проводить публичные радиовыставки своей аппаратуры (включая оборудование т. н. "уголков" на общих выставках, проводимых ОДР) и полученных ими QSL's.

20 августа на Чукотку с передатчиком мощностью 5—10 Вт отправляются нижегородец Владислав Владимирович Гржибовский (13RA/RK-8, ранее — R1WG нелегально, позже — eu2AH, в 1928 г. радист судна "Персей" во время экспедиции по спасению экипажа дирижабля "Италия") и москвич Леонид Евгеньевич Мурский (26RB, ранее в Симферополе — RK-82), которые работают позывными RB73 и RB74 соответственно.

В экспедиции по рекам Урала находился нижегородец В. А. Евсеев (68RW, позже — eu2DU), а связь с экспедицией С. В. Обручева (по исследованию Колымы) держал коротковолновик из Владивостока Борис Прусевич (RK-80, его индивидуальный позывной установить не представилось возможным).

*Примечание. По воспоминаниям Владимира Николаевича Михайлова (UA0LL, с 1927 г. RK-133, с 1930 г. au1CB), Б. Прусевич в 1927 г. собрал передатчик на четырёх лампах УТ-1, и они работали некоторое время позывным AS2BQ с радиолюбителями Японии, Китая и Филиппин. Но поскольку радиостанция не была официально зарегистрирована, получили крупные неприятности, и передачи пришлось прекратить.*

В Украине активны СКВ при ОДР — в Харькове ("SKW-CHARKOF"), Киеве ("SKW-KIEV — KODR"), Сумах ("SKW-SUMY") и Днепропетровске.

Учебно-парусное судно "Вега" прошло из Ленинграда в Одессу, и её радистом был Евгений В. Андреев (в пос. Малая Вишера 35RB/RK-32, нелегально — R1WAK, позже — eu3BC, в Лениграде eu3GS, U1BM).

В октябре Эрнст Теодорович Кренкель (индивидуального позывного он тогда не имел) установил первую аппаратуру на КВ в Арктике на полярной станции "Маточкин Шар" (Н. Земля, ныне — IOTA - EU-035, RRA — RR-0401), которая была изготовлена в Нижегородской радиолаборатории. Мощность передатчика была 300 Вт. Для работы с любительскими радиостанциями Э. Т. Кренкель "изобрёл" себе позывной сигнал PGO ("Полярная Геофизическая Обсерватория").

*Примечание. Впоследствии из Арктики много лет работала "коллективка" UK1PGO/4K2PGO.*

С 20 октября НКПиТ вводит новую "Систему позывных". Территория СССР была условно разделена на регионы — европейская часть ("eu") и азиатская часть ("au"), Центрально-промышленный район (РСФСР) — eu2, Северо-Западный район (РСФСР) — eu3, Приволжский район (РСФСР) — eu4, УССР (включая МАССР) и КрАССР (РСФСР) — eu5, Северный Кавказ (РСФСР) — eu6, БССР, Брянская и Смоленская области (РСФСР) — eu9, Сибирь и Дальний Восток (РСФСР) — au1 и au4, Республики Закавказья — au7 (в 1928—1929 гг. коротковолновиками ГрССР использовался префикс ag7), Средне-Азиатские республики — au8.

*Примечание. Две буквы префикса (континент) в эфире не передавались, а только печатались на QSL's или упоминались в СМИ как заглавными буквами, так и т. н. строчными (чаще — строчными) или не печатались вообще. Это подтверждает и опубликованный в журнале "Радио Всем", 1928, № 1 на с. 107—110 "Список новых позывных", в котором приведены только их суффиксы.*

12 ноября, во время Всесоюзных воздухоплавательных состязаний, из аэростата ОДР и "Комсомольской правды" в эфире работает москвич Фёдор Иванович Седунов (49RA, позже — eu2BB), из аэростата "Мосавиахим-3" — Зиновий К. Гордеев (70RA, позже — eu2BJ), а из аэростата "Рабочей радиогазеты" — Николай Афанасьевич Байкузов (54RA, позже — eu2BD, U3AG, с 1 января 1937 г. входил в состав Совета СКВ при ЦС ОСОАВИАХИМ, после войны — UA3AG, генерал-майор инженерно-авиационной службы, 1946—1952 гг. — редактор журнала "Радио"). Все они были премированы.

*Примечание. Более подробно о Н. А. Байкузове см. в "Радио", 2018, № 8 и № 11.*

В одном из номеров "CQ-SKW" (приложение к журналу "Радио Всем") была опубликована карта расположения различных экспедиций, в которых радиосвязь обеспечивали коротковолновики. Более чем в десяти экспедициях работали самодельные радиостанции мощностью в несколько ватт.

Следует отметить несколько интересных моментов по QSL-обмену тех лет:

— существовало неофициальное, но всеми соблюдавшееся правило: к каждой QSL корреспонденту высылалась фотография её отправителя;

— существовавшая в Москве "Всероссийская Ассоциация Друзей Международного языка ИДО" бесплатно снабжала секции ОДР бланками стандартных QSL's, текст которых был отпечатан на ЭСПЕРАНТО (IDO).

25—29 декабря проходила первая Всесоюзная конференция коротковолновиков, на которой присутствовали 116 делегатов от 59 секций коротких волн, объединявших 320 владельцев индивидуальных радиостанций и 1480 наблюдателей. Председателем ЦСКВ был избран Иван Петрович Палкин (eu2AI, ранее — 15RA/RK-20, ответственный работник УГРО, 25 июля 1937 г. был арестован в Москве по т. н. "Сталинскому списку (кат. 1)" и осуждён по статье "Шпионаж", но сумел в лагерях выжить). В выступлениях её участников ОДР СССР квалифицировалось как "классовая организация рабочих и беднейшего крестьянства, имеющая целью использования коротких волн для революционных пролетарских целей". Также отмечалось, "что социальный состав членов общества не совсем тот — преобладают служащие и учащиеся, поэтому при выдаче лицензий желательно усилить классовый подход". Во время работы конференции была организована выставка радиолюбительских кон-

струкций её участников. Результаты работы подводило жюри, в составе которого были Дмитрий Липманов (eu2AM), Павел Гиляров (eu3AB), Евгений Андреев (eu3GS) и другие известные коротковолновики — участники конференции.

## 90 лет назад

## 1933 год

В апреле при ЦК ВЛКСМ был создан Комитет содействия радиофикации страны и развития радиолюбительства (Радиокомитет). ОДР СССР было ликвидировано. В октябре Радиокомитет учредил радиотехнический минимум и ввёл значки "Юный радиолюбитель" и "Активист-радиолюбитель" (1-й и 2-й степеней).

1 июня вводится новая система позывных (территория страны была условно разделена на десять районов — U1—U0). Позже был добавлен "нулевой" район. В каждом районе определённому региону были выделены отдельные "блоки", состоящие из двух букв суффикса.

*Примечание. Во второй половине 30-х годов Наркомат связи вводит для коллективных радиостанций своих структурных подразделений, которые были расположены в 1, 3—5 и 8—0 районах, специальный префикс UE.*

В июле—сентябре началось сотрудничество коротковолновиков с армией. Это произошло во время проведения в Сибири, Средней Азии и в центральных округах манёвров, на которых проводились массовые испытания радиостанций на коротких волнах.

Э. Т. Кренкель получает позывной U3AA и по приглашению О. Ю. Шмидта принимает участие в походе по Северному морскому пути в качестве старшего радиста парохода "Челюскин"; вторым радистом был Владимир Васильевич Иванюк (U1BF) и временными — Серафим Александрович Иванов, который следовал в качестве сменного радиста на полярную станцию о. Врангеля, и ленинградец Николай Николаевич Стромилов (U1CR, ранее — 36RW, позже — eu3BN, в 1930 г. за разработку аппаратуры для UPOL был награждён орденом Красной Звезды, после войны в Москве — UA3BN, 7 мая 1946 г. одним из первых коротковолновиков был награждён значком "Почётный радист"), который доставил на борт парохода передатчик серии "Норд". Позывной как самого "Челюскина", так и впоследствии созданного так называемого "Ледового лагеря Шмидта" был RAEM.

*Примечание. Более подробно о Н. Н. Стромилове см. в "Радио", 2019, № 1.*

В октябре-ноябре проводится очередной "test" Москва—Ленинград—Харьков.

## 85 лет назад

## 1938 год

Этот год стал трагическим для многих тысяч граждан страны, поскольку были приведены в исполнения приговоры судов и т. н. "троек". Среди них были и шесть коротковолновиков, судьбы которых удалось установить:

— Аболин Карл Петрович (1898—1938), U3VM, ранее — 10RA/RK-10, eu2AF, 5 декабря 1937 г. был арестован в Горьком, осуждён по ст.: 58-8, -10, -11 УК РСФСР и 1 февраля 1938 г. был расстрелян;

— Бобров Лев Николаевич (1908—1938), U3VH, ранее — eu2QM, 27 сентября 1937 г. был арестован в Горьком (до ареста работал старшим радиотехником завода № 197), осуждён по ст. 58-6, -8, -11 УК РСФСР и 30 января 1938 г. был расстрелян;

— Войтович Александр Ефремович (1899—1938), U1AQ, ранее — eu3FU, в 1934 г. радист ледокола "Красин", первый раз был арестован в 1931 г. по подозрению в шпионаже, вновь был арестован 28 февраля 1938 г., 19 октября 1938 г. Особой тройкой УНКВД Ленинградской области по ст. 58-6 был приговорён к высшей мере наказания и 28 октября 1938 г. был расстрелян;

— Гиляров Павел Александрович (1897—1938), ранее — 08RA, eu3AB, начальник лаборатории "Остехбюро", инженер-исследователь завода "Буревестник", 22 сентября 1937 г. был арестован в Ленинграде, осуждён по ст. 58-7, -8, -11 УК РСФСР и 23 февраля 1938 г. был расстрелян;

— Кожевников Александр Николаевич (1907—1938), ранее — R1AK, оператор R1NN, позже — RK-13, 23RA, eu2AO, радист ледокола "Малыгин", участвовал в экспедиции по спасению экипажа дирижабля "Италия" в 1928 г., был арестован в Горьком, осуждён по ст. 58-6, -9 УК РСФСР и 1 февраля 1938 г. был расстрелян;

— Экштейн Иван Георгиевич (1896—1938), ранее — RK-40, 43RA, eu3AG, старший радист ледокола "Красин", участвовал в экспедиции по спасению экипажа дирижабля "Италия" в 1928 г., в конце 1937 г. был арестован, осуждён по ст.: 58-6, -10 УК РСФСР за шпионаж в пользу Италии (видимо, сказалось близкое знакомство в 1928 г. с итальянцами во время их пребывания на борту ледокола) и 18 января 1938 г. был расстрелян.

*Примечание. Более подробно об этих репрессированных коротковолновиках (кроме U1AQ и U3VH) см. в "Радио", 2019, № 8; 2020, № 9 и 2021, № 7, № 9.*

В стране начинается массовое изучение телеграфной азбуки Морзе. Её изучение проводится как в клубах, так и на длинных волнах посредством вещания московской радиостанции с позывным RCZ.

Олег Степанович Ключарёв (U1AU, ранее — eu3GM) зимовал в Певеке (был начальником радиостанции экспедиции Арктического и антарктического научно-исследовательского института на Чукотку), а позже начальником радиостанции ледокольного парохода "Дежнев".

*Примечание. Более подробно об О. С. Ключарёве см. в "Радио", 2022, № 2.*

Проводится 4-я Всесоюзная заочная радиовыставка (ВЗР).

## 75 лет назад

## 1948 год

С января по октябрь были проведены пять Всесоюзных соревнований по радиосвязи на коротких волнах.

Лауреатами 7-й ВЗР (по разделу УКВ аппаратуры) стали Владимир Белоусов (UA3CA) — 5-й приз (500 руб.), Борис Карпов (Ленинград, позже в Ташкенте — UI8AAD) — 1-й приз (4000 руб.), В. Михайлов (позже — RA1ABP, Ленинград) — 3-й приз (1000 руб.) и В. Терлецкий (Москва) — 4-й приз (750 руб.).

В октябре в подмосковном Расторгуеве проходил чемпионат ДОСАРМ (один из преемников общества ОСОАВИАХИМ), на который собрались 12 лучших скоростников, отобранных из 12 тыс. участников заочного тура 1947 г.

## 70 лет назад

## 1953 год

Вместо 10-метрового диапазона был введён диапазон "38—40 МГц", и стали выдавать т. н. "цифровые" позывные.

20 октября 1953 г. ЦК ДОСААФ ввёл звания судей по радиолюбительскому спорту — от судьи третьей категории и до судьи Всесоюзной категории. Первыми звание "Судья Всесоюзной категории по радиолюбительскому спорту" среди коротковолновиков получили Фёдор Иванович Бурдейный (UA3-1, перед войной — U3AE), Николай Валентинович Казанский (UA3AF, перед войной — U4AM), Эрнст Теодорович Кренкель (RAEM, до 1934 г. — eu2EQ, перед войной — U3AA), Вадим Григорьевич Мавродиади (UA3AH, до 1934 г. — eu2QB, перед войной — U3QD) и Юрий Николаевич Прозоровский (UA3AW, до 1934 г. — eu2QG, перед войной — U3BB).

На XI Всесоюзной радиовыставке ДОСААФ впервые за всю их историю был представлен макет (уменьшенная копия действующего оригинала) вращающейся трёхэлементной "яги" на 20 м. Её авторами была группа конструкторов радиоклуба г. Сталино под руководством начальника UB5KAB Абрама Вацнера. Было представлено и много экспонатов УКВ-аппаратуры. Среди призёров этого раздела были и известные коротковолновики. За разработку серии приборов для УКВ первого приза выставки были удостоены ленинградцы Г. Костанди (UA1AA), В. Яковлев (RA1ABQ) и Е. Дрызго.

## 65 лет назад

### 1958 год

В начале года были установлены первые рекорды СССР на диапазоне "38—40 МГц". Среди индивидуальных радиостанций его обладателями стали Борис Карпов (RI8AKM) из Ташкента и А. Шабашкевич (RH8AAF) из Ашхабада, каждый из которых провёл за шесть часов QSO's с девятью союзными республиками, и Владимир Пряхин (UA9VB, Прокопьевск Кемеровской обл.), который провёл за шесть часов QSO's с 46-ю областями. Среди "коллективок" — RL7KBG (Акмолинск), которая провела за шесть часов QSO's с восемью союзными республиками и UA9KUA (Кемерово), которая провела за шесть часов QSO's с 31-й областью.

В мае в пос. Зуя (около Симферополя) были проведены вторые Республиканские соревнования по "Охоте на лис", на которых львовянин Карел Фехтел (UB5WN, позже в Киеве — UR5WN) первым в стране выполнил норматив "Мастера радиолюбительского спорта ДОСААФ СССР", а в июне под Москвой уже были проведены первые Всесоюзные соревнования. Победителем в многоборье (диапазоны 3,5 МГц и 38 МГц) стал киевлянин Владимир Грекулов (RB5ACM, позже — UB5UP), которому также было присвоено звание "Мастер радиолюбительского спорта ДОСААФ СССР".

Проходят финальные соревнования I-й Спартакиады ДОСААФ СССР по военно-техническим видам спорта.

Осенью был возвращён диапазон "28—29,7 МГц".

Издаётся "Перечень любительских коротковолновых радиостанций СССР". — М.: Изд. ДОСААФ, 1958, 76 с. ("карманный" формат, позывные приведены на русском языке).

Вышли из печати книги:

— С. М. Алексеев (UA3AR) "Радиолюбительская УКВ аппаратура";

— Г. Г. Костанди (UA1AA), В. В. Яковлев (RA1ABQ) "УКВ приёмники для любительской связи";

— В. И. Ломанович (UA3DH) "Любительские радиостанции на диапазоны 144—146 МГц и 420—430 МГц";

— О. Г. Туторский (в 1970—1980 гг. — UA3IB) "Радиолюбительская связь на УКВ".

В конце 1958 г. в Пекине проходят третьи Международные соревнования радистов. Сборная СССР заняла второе место, уступив сборной КНР.

В декабрьском номере журнала "Радио" появляется статья с призывом осваивать новый диапазон "70—72 МГц" (4,16—4,29 м), который был выделен для экспериментальных целей. В статье рассказывалось о создании первых секций по радиосвязи на УКВ в Москве, Ленинграде, Горьком и Днепродзержинске, о получении первых позывных на этот диапазон. В ЦРК была создана секция ультракоротковолновых волн.

## 60 лет назад

### 1963 год

17 марта были проведены первые Всесоюзные SSB-соревнования, в которых приняли участие операторы 119 индивидуальных и 25 "коллективок". Победил Владимир Гончарский (UB5WF, в 1940 г. нелегально в Шахтах — U6BC, во Львове в 1948—1950 гг. — UB5BK, с 1955 г. — UB5WF, позже — U5WF).

*Примечание. Более подробно о В. Н. Гончарском можно прочитать в книге "Памяти U5WF". — Львов: 2009, 40 с.*

20-го и 21 октября в Москве проходила первая Всесоюзная SSB-конференция, участниками которой были свыше 70 коротковолновиков страны.

## 45 лет назад

### 1978 год

Вышла из печати книга В. И. Горбатого (UB5WCC) "Любительские УКВ радиостанции на транзисторах".

## 35 лет назад

### 1988 год

Вышла из печати книга В. В. Дроздова (RA3AO) "Любительские КВ трансиверы".

Издаётся "Список позывных любительских радиостанций СССР", I часть. — М: ДОСААФ, 1988, 576 с.

# Молодёжный кубок им. А. С. Попова — 2022 год

Пятый раз эти соревнования проводились в ранге официальных, включённых в единый план всероссийских мероприятий на 2022 г.: спортивная дисциплина радиосвязь на КВ — телефон 1450061811Я, номер-код ЕКП Минспорта России — 8006. В них приняли участие 147 спортсменов (из них — 113 юношей и 34 девушки), 66 радиостанций (представили отчёты — 65; из них в зачёт — 51). Это больше, чем в прошлом году. Среди участников — 20 кандидатов в мастера спорта, 22 имеют первый спортивный разряд, 15 — второй спортивный разряд, девять человек — третий спортивный разряд, три — первый юношеский спортивный разряд, семь — второй юношеский спортивный разряд, два — третий юношеский спортивный разряд.

В спортивных соревнованиях среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" в 2022 г. участвовали представители 27 субъектов Российской Федерации из семи федеральных округов.

В индивидуальном зачёте (вид программы SO — радиостанция с одним участником в возрасте до 19 лет, все диапазоны) первое место занял Игорь Филоненко из ст-цы Выселки Краснодарского края, работавший позывным RM7A с коллективной радиостанции. Его тренирует Сергей Георгиевич Карабут (R7AW). На втором месте — Владимир Жиделев из д. Новошихово Московской обл., работавший позывным RK3D с коллективной радиостанции, его тренер — Василий Анатольевич Жиделев (UA9QCP). Третий результат показал Данил Черенев из г. Кирова, который работал позывным RT4O с коллективной радиостанции РО ДОСААФ.

В 2022 г., как и в предыдущие годы, команды коллективных радиостанций были разделены на три возрастные группы: радиостанции с двумя или тремя участниками в возрасте до 13 лет, с двумя или тремя участниками в возрасте до 15 лет и с двумя или тремя участниками в возрасте до 19 лет.

Среди команд коллективных радиостанций с участниками в возрасте до 13 лет на первое место, как и в прошлом году, вышла команда UA4S из г. Волжска Республики Марий Эл. В составе этой команды выступали Данила Василенко и Иван Бебенин. Тренирует команду Виктор Павлович Василенко (RU4SU). На втором месте в этой группе — команда радиостанции RZ5Z МБУ ДО Центра технического творчества и профессионального обучения г. Старый Оскол Белгородской обл. В её составе — Елизавета Пахомова, Константин Лашкевич и Михаил Фукалов. Тренер команды — Владимир Анатольевич Чичикалов (R3ZN). Третье место, как и в прошлом году, заняла команда коллективной радиостанции RC0AR г. Назарово Красноярского края. В составе команды выступали Матвей Суздалев, Андрей Глушков и Андрей Карелин. Тренер команды — Аркадий Павлович Иванкин (RD0A).

В возрастной группе операторов до 15 лет победу одержала команда радиостанции RK0AZC Дома детского творчества г. Дивногорска. В её составе выступали Владислав Ермолович, Илья Першин и Иван Грохольский. Тренирует команду Пётр Петрович Бобровский (RX0AE). Второе место заняла команда радиостанции RK4W Дворца детского (юношеского) творчества г. Ижевска. В её составе выступали Надежда Головина, Тимофей Струин и Александра Дерюгина. Тренер команды — Павел Анатольевич Коробко (R4WX). На третьем месте в этой группе — команда радиостанции R3DCY г. Серпухова Московской обл. В её составе — Дмитрий Алексеев и Иван Бузмаков.

В "старшей" возрастной группе (до 19 лет) среди коллективных радиостанций первенствовала команда RD8U МБОУ ДО "Центр детского творчества" из пгт Яя Кемеровской обл., выступав-

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **SINGLE-OP** | | | | | |
| 1 | RM7A | 240 | 240 | 29 | 6960 |
| 2 | RK3D | 97 | 97 | 22 | 2134 |
| 3 | RT4O | 100 | 100 | 18 | 1800 |
| 4 | RN9T | 53 | 53 | 17 | 901 |
| 5 | RK4HYT | 39 | 39 | 16 | 624 |
| 6 | UB9UDW | 16 | 16 | 12 | 192 |
| **MULTI-OP-19** | | | | | |
| 1 | RD8U | 269 | 269 | 28 | 7532 |
| 2 | R9GM | 262 | 262 | 27 | 7074 |
| 3 | R6BW | 199 | 199 | 28 | 5572 |
| 4 | RA5AD | 191 | 191 | 28 | 5348 |
| 5 | RM3X | 185 | 185 | 27 | 4995 |
| 6 | R3MAI | 179 | 179 | 26 | 4654 |
| 7 | RO9T | 160 | 160 | 29 | 4640 |
| 8 | RA5AW | 165 | 165 | 27 | 4455 |
| 9 | RK3IXB | 178 | 178 | 25 | 4450 |
| 10 | RZ4W | 123 | 123 | 22 | 2706 |
| 11 | UC6K | 98 | 98 | 25 | 2450 |
| 12 | RT2Z | 95 | 95 | 23 | 2185 |
| 13 | UR6GZL | 114 | 114 | 19 | 2166 |
| **MULTI-OP-15** | | | | | |
| 1 | RK0AZC | 255 | 255 | 29 | 7395 |
| 2 | RK4W | 217 | 217 | 28 | 6076 |
| 3 | R3DCY | 213 | 213 | 26 | 5538 |
| 4 | RK9CYA | 186 | 186 | 26 | 4836 |
| 5 | R0AK | 160 | 160 | 27 | 4320 |
| 6 | RC1O | 161 | 161 | 26 | 4186 |
| 7 | UA8S | 169 | 169 | 24 | 4056 |
| 8 | RK3DXW | 148 | 148 | 26 | 3848 |
| 9 | RT4S | 135 | 135 | 23 | 3105 |
| 10 | RM8L | 94 | 94 | 22 | 2068 |
| 11 | RN4A | 79 | 79 | 24 | 1896 |
| 12 | R2DBC | 84 | 84 | 21 | 1764 |
| 13 | R6HZ | 90 | 90 | 19 | 1710 |
| 14 | RK4CWA | 40 | 40 | 15 | 600 |
| 15 | RY6AAC | 34 | 34 | 12 | 408 |
| 16 | RK3ZZH | 10 | 10 | 10 | 100 |
| 17 | RJ3ZC | 4 | 4 | 1 | 4 |
| **MULTI-OP-13** | | | | | |
| 1 | UA4S | 235 | 235 | 32 | 7520 |
| 2 | RZ5Z | 158 | 158 | 27 | 4266 |
| 3 | RC0AR | 149 | 149 | 27 | 4023 |
| 4 | RZ4PXP | 146 | 146 | 23 | 3358 |
| 5 | RK6HWP | 134 | 134 | 25 | 3350 |
| 6 | RZ3DZI | 122 | 122 | 25 | 3050 |
| 7 | RK4LWQ | 127 | 127 | 22 | 2794 |
| 8 | RC9FC | 119 | 119 | 22 | 2618 |
| 9 | RK3SAI | 92 | 92 | 23 | 2116 |
| 10 | RO1A | 82 | 82 | 21 | 1722 |
| 11 | RO5F | 62 | 62 | 22 | 1364 |
| 12 | RL9M | 81 | 81 | 15 | 1215 |
| 13 | RT3Z | 13 | 13 | 10 | 130 |
| 14 | RM3ZF | 9 | 9 | 8 | 72 |
| **OM SINGLE-OP** | | | | | |
| 1 | R3DCB | 223 | 223 | 28 | 6244 |
| **OM MULTI-OP** | | | | | |
| 1 | RK1B | 68 | 68 | 18 | 1224 |
| **IN OM MULTI-OP** | | | | | |
| 1 | UN8LWZ | 245 | 245 | 26 | 6370 |
| **SWL** | | | | | |
| 1 | R6H-111 | 27 | 81 | 1 | 81 |
| 2 | R6H-25 | 24 | 50 | 1 | 50 |
| 3 | R6H-110 | 13 | 23 | 1 | 23 |
| 4 | R6H-114 | 10 | 18 | 1 | 18 |
| 5 | R6H-119 | 12 | 18 | 1 | 18 |
| 6 | R6H-117 | 10 | 16 | 1 | 16 |
| 7 | R6H-112 | 9 | 15 | 1 | 15 |
| 8 | R6H-120 | 9 | 13 | 1 | 13 |

шей в составе — Иван Зайцев, Александр Яковченко и Никита Шароваров. Тренирует команду Виктор Александрович Сидельцев (RZ9UF). Второе место у "старшеклассников" заняла команда R9GM Дома детского творчества г. Березники Пермского края, за которую выступали Дмитрий Набокин, Андрей и Никита Сягины. На третьем месте в этой группе — команда радиостанции R6BW МБОУ СОШ № 68 пос. Колосистый Краснодарского края. В составе этой команды выступали Елизавета Еремеева, Артём Балаба и Степан Мандрыка. Тренирует команду Анатолий Иванович Терещенко (R7BC).

Победители в трёх возрастных группах коллективных радиостанций и в индивидуальном зачёте будут награждены кубками, а занявшие вторые и третьи места — плакетками.

В общем зачёте среди спортивных команд субъектов РФ первое и второе места поделили команды Московской области и Красноярского края. На третьем месте — команда Республики Марий Эл.

По результатам соревнований среди молодёжи "Кубок им. А. С. Попова" выполнили норматив кандидата в мастера спорта 26 человек, первый спортивный разряд — 46, второй спортивный разряд — пять, третий спортивный разряд — десять, первый юношеский спортивный разряд — 17, третий юношеский спортивный разряд — три спортсмена.

Вне зачёта в этих соревнованиях приняли участие спортсмены в возрасте до 25 лет. В группе индивидуальных радиостанций участвовал один спортсмен — Алексей Молчанов (R3DCB) из г. Королёва Московской обл.

В группе коллективных с участниками в возрасте до 25 лет была заявлена одна радиостанция RK1B из г. Санкт-Петербурга, за которую выступали Артём Гулаков, Василий Сучков и Павел Цой. В группе иностранных коллективных также одна радиостанция — UN8LWZ средней школы № 11 г. Костанай, Казахстан. В составе этой команды выступали Стелла Бойко, Анастасия Иванова и Анастасия Чиняева. Тренирует эту команду Анатолий Дмитриевич Ефанов (UN9LA).

В группе наблюдателей на первом месте Мария Андреева (R6H-111), второе место занял Данила Москальчук (R6H-25), на третьем месте — Владимир Андреев (R6H-110). Все участники — из г. Изобильного Ставропольского края.

Технические результаты участников приведены в **таблице** по группам: занятое место, позывной, число подтверждённых связей, число очков за подтверждённые связи, множитель, итоговый результат. Полные технические результаты можно посмотреть по адресу **http://www.radio.ru/cq/contest/result/y_popov_cup_2022_tab_site.pdf** на сайте журнала "Радио", а также по адресу **https://srr.ru/wp-content/uploads/2022/11/Protokol-GSK-Kubok-Popova-2022.pdf** на сайте Союза радиолюбителей России.

# MFJ: американская мечта

*Лука КЛЭРИ (IW7EEQ), г. Таранто, Италия*

С момента основания MFJ Enterprises в 1972 г. эта американская компания имеет длинный список впечатляющих результатов, в отличие от многих конкурирующих фирм. Достаточно сказать, что со своими более чем 2000 наименований для радиолюбителей, от антенных переключателей до знаменитых антенных анализаторов, эта компания производит самую большую номенклатуру товаров для радиолюбителей в мире!

И это всё благодаря её блестящему основателю и президенту Мартину Ф. Джу, родившемуся 27 февраля 1944 г. в Виксбурге, штат Миссисипи, США.

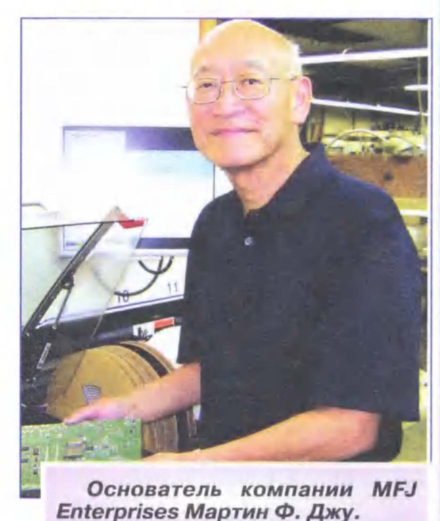
Мартин провёл счастливое детство в Холландейле, также в штате Миссисипи, где его родители владели небольшим продуктовым магазином площадью 90 м$^2$, в котором они продавали всего понемногу, проживая в задней комнате.

Когда Мартин потерял отца в возрасте шести лет, его 22-летняя старшая сестра переехала со своей семьей, чтобы помочь матери, и Мартин любит вспоминать, как в маленькой задней комнате магазина жили 11 человек!

Однако родословная Мартина идёт издалека, точнее, с другой стороны Тихого океана: его прадед прибыл из Китая в 1860 г., чтобы работать на строительстве трансконтинентальной железной дороги, которая должна была соединить Атлантическое побережье с Тихоокеанским побережьем США.

Когда Мартина до сих пор спрашивают, откуда он родом, он обычно отвечает: "Я из Старквилля в штате Миссисипи. Можете ли вы сказать обратное, услышав мой акцент?".

Окончив школу в Холландейле в 1962 г., он поступил в Государственный университет Миссисипи в Старквилле, где была организована компания MFJ Enterprises, какой мы её знаем сегодня.



*Основатель компании MFJ Enterprises Мартин Ф. Джу.*



Производство трансиверов.

Мартин Ф. Джу окончил обучение в 1966 г. и получил степень магистра инженерных наук в 1968 г.

Более 90 % продукции MFJ производится в Старквилле на четырёх производственных предприятиях с более чем 150 сотрудниками и современным оборудованием для обработки металлических корпусов и пластиковых деталей. Они даже могут изготовить 200 материнских плат антенного анализатора MFJ-259C менее чем за минуту.

Инвестируя в автоматизацию, они сделали производство в Старквилле более конкурентоспособным, чем производство в Китае, и Мартин сознательно решил производить в США, а не переезжать! Это пример для подражания для многих предпринимателей!

MFJ экспортирует 25 % своей продукции за границу и имеет дистрибьюторов в 35 странах мира, а 92 % продаётся через магазины, предназначенные для радиолюбителей.

В детстве Мартин сразу же проявил интерес к электронике и электричеству, настолько, что, будучи ещё скаутом, он собрал радиоприёмник, используя карандашный грифель и ржавые части бритвы ... ему было всего восемь лет!

Он получил лицензию радиооператора в 1960 г. в возрасте 16 лет после того, как выучил телеграфный код Морзе благодаря часам прослушивания утилизированных и отремонтированных радиоприёмников.

В юности Мартин ремонтировал старые радиоприёмники и кассетные плейеры, но после получения диплома инженера начал производить комплекты для радиолюбителей.

Всё началось с комплектов фильтров CW и SSB за несколько долларов, и благодаря небольшой рекламе в специализированных журналах того времени было продано более 5000 комплектов за два года.

От сборочных комплектов в компании вскоре перешли к уже собранным устройствам, потому что Мартин сразу понял, что это то, чего хотят потребители, это так называемый plug and play.

С тех пор, как Мартин собирал наборы в гостиничном номере, компания прошла долгий путь. Дальновидность и настойчивость привели его к приобретению других компаний в этом секторе, считающихся теперь дочерними компаниями MFJ, которые сегодня имеют несколько запатентованных решений.

Приведу эти дочерние компании, в которых Мартин Ф. Джу занимает должность президента или генерального директора по настоящее время.

Компания AMERITRON объединилась с MFJ Enterprises (с 1988 г.) и превратила её в высокодоходную компанию. AMERITRON — мировой лидер в области производства и инноваций высокочастотных усилителей большой мощности.

Мартин Ф. Джу перевёз MIRAGE из Силиконовой долины в Калифорнии в Старквилл (1995 г.). MIRAGE — один из очень немногих производителей мощных VHF/UHF-усилителей в США.

Он приобрёл компанию VECTRONICS (1996 г.) и превратил её в стратегического союзника по поддержке расширения MFJ. Компания запустила новую линейку продуктов путём технического редизайна.

Компании HY-GAIN (2000 г.) и CUSHCRAFT (2010 г.) — ведущие производители КВ, ОВЧ и УВЧ-антенн, роторов (поворотных устройств, вращателей) и сопутствующих аксессуаров на рынке радиолюбителей, которые Мартин Ф. Джу спас от банкротства и превратил в прибыльный бизнес.

Компания MDS-HAM (2016 г.) — последнее приобретение MFJ для новой недорогой линейки антенных поворотных устройств, которая была выпущена на рынок в конце 2017 г. Этот бренд также обеспечивает поддержку продуктов HAM MFJ Enterprises.

Патенты, полученные в последние годы, также впечатляют, например: • Мартин Ф. Джу, "Тюнер Т-сетей с высокой пропускной способностью", 2008 г.; • Мартин Ф. Джу, "Настройщик расширенного диапазона согласования", 2007 г.; • Мартин Ф. Джу, "Анализатор рабочих характеристик антенны", 1996 г.; • Мартин Ф. Джу и Стивен Д. Джу, "Процессор цифровых сигналов", 1996 г.; • Мартин Ф. Джу, Стивен С. Пэн и Чарльз Т. Раух, "Мерер", 1995 г.; • Мартин Ф. Джу и Стивен Д. Джу, "Передняя панель радиолюбительского кодового ключа", 1995 г.; • Мартин Ф. Джу, Стивен С. Пэн и Чарльз Т. Раух, "Панель дисплея счётчика", 1993 г.

За более чем 45 лет деятельности Мартин добился различных целей и установил рекорды, которые прославляют его как человека и как предпринимателя.

В завершение этой короткой статьи скажу, что Мартин не хотел использовать своё полное имя в названии компании, а только инициалы, потому что



Этап производства.

боялся, что неудача навсегда запятнает его имя!

Когда вы теперь используете свой антенный тюнер MFJ или усилитель мощности AMERITRON, знайте, что за этим стоит страсть Мартина Ф. Джу, человека, который сделал себя сам!

Если вы хотите быть в курсе событий мира MFJ, есть официальный Telegram-канал (**//t.me/mfjenterprises**).



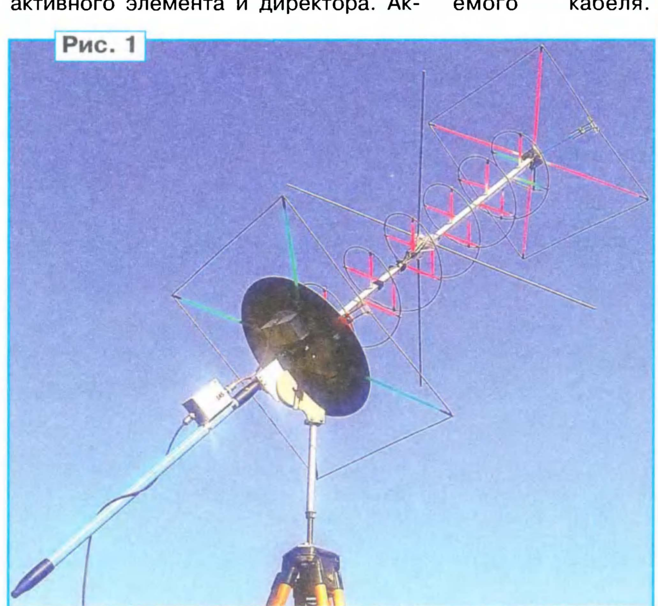
# Двухдиапазонная УКВ-антенна с круговой поляризацией для работы через радиолюбительские спутники

*Владимир ПРИХОДЬКО (EW8AU), г. Гомель, Беларусь*

Эта двухдиапазонная УКВ-антенна 145/435 МГц (**рис. 1**) позволяет работать на приём и передачу, не вращая антенну по поляризации, что намного упрощает проведение радиосвязей через спутники. Её можно установить на крыше дома или в другом месте и управлять ею дистанционно, снабдив простым двухкоординатным поворотным устройством.

Конструкцию антенны поясняет **рис. 2**. На диапазон 145 МГц она состоит из трёх элементов: рефлектора, активного элемента и директора. Активный элемент составлен из двух полуволновых вибраторов, расположенных перпендикулярно относительно друг друга. Эти вибраторы изготовлены из алюминиевой трубки диаметром 8 мм. Подключение кабеля и крепление вибраторов показано на **рис. 3**—**рис. 5**. Около точек питания на каждый отрезок кабеля надето несколько колец из феррита 400НН—1000НН, подходящих под диаметр применяемого кабеля. Кольца задерживают затекание сигнального тока на оплётку кабеля.

Один кабель запитан напрямую, второй — со сдвигом фазы на 90 градусов, т. е. коаксиальный кабель одного из вибраторов длиннее на четверть длины волны с учётом укорочения. Если кабель с полиэтиленовой изоляцией, результат делить на 1,52, если изоляция


Рис. 1

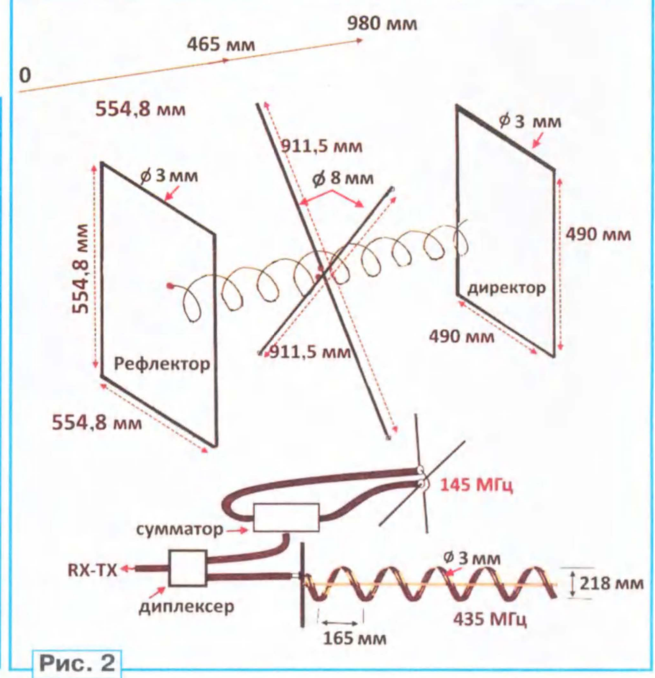


Рис. 2

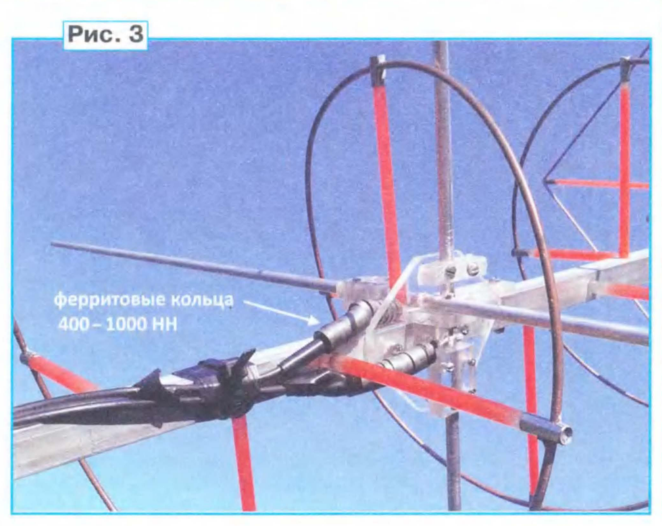


Рис. 3

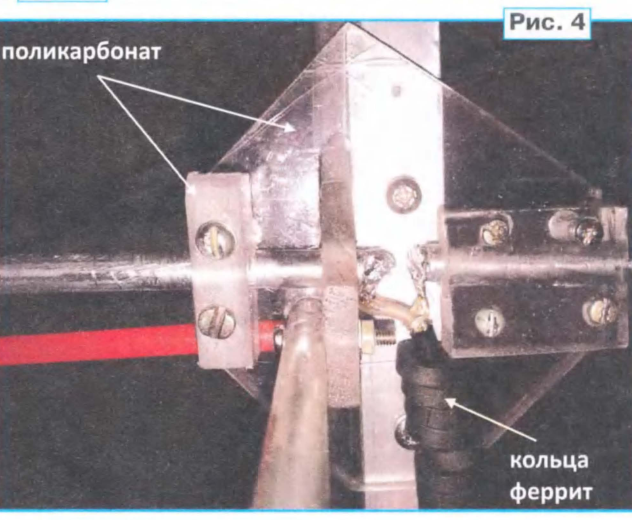


Рис. 4

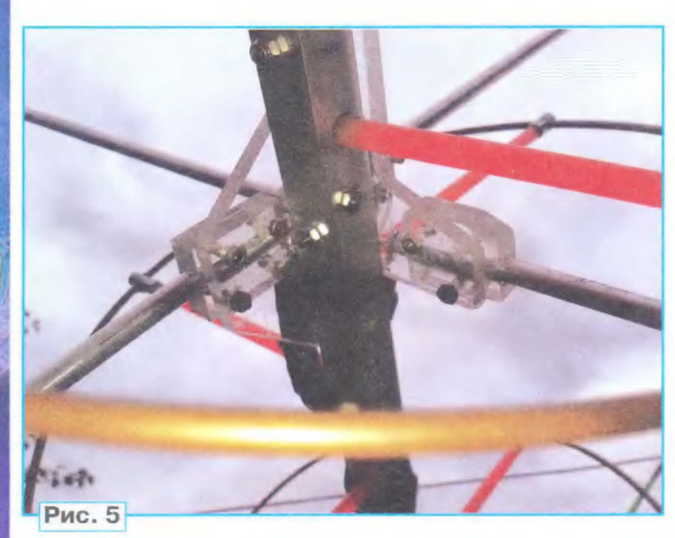

Рис. 5



Рис. 7

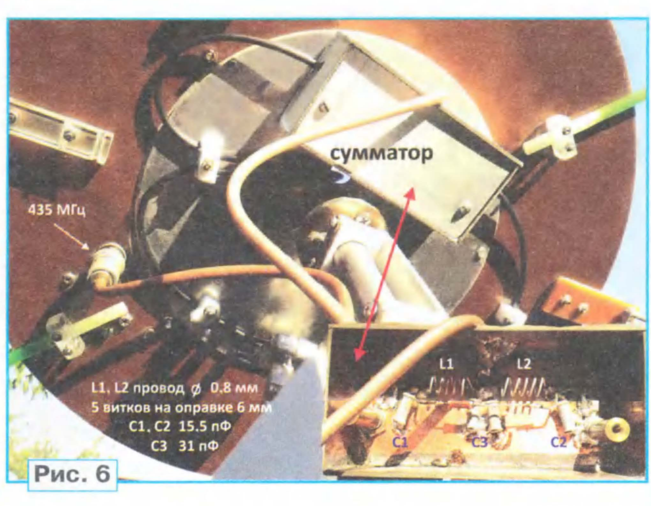


Рис. 6

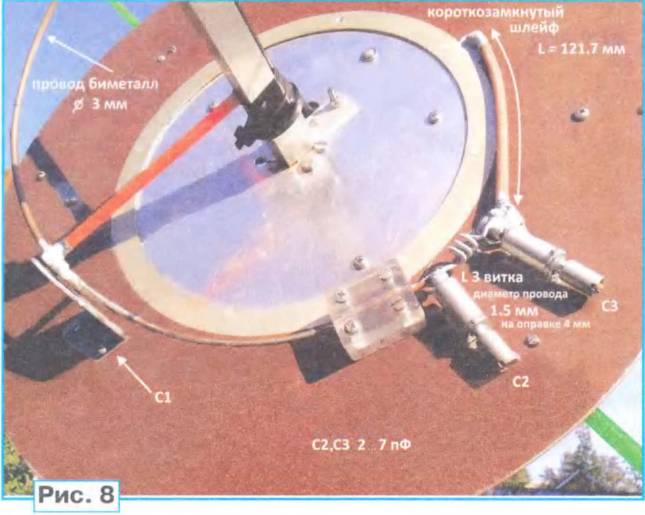


Рис. 8

фторопластовая, надо делить на 1,41. Например, для частоты 145,85 МГц четверть длины волны равна 512 мм. Для кабеля с полиэтиленовой изоляцией 512 делим на 1,52 и получаем 338 мм, это — четверть длины волны с учётом укорочения в этом кабеле. Сигналы с двух вибраторов поступают на сумматор, схема которого приведена на рис. 8 в [1], а конструкция — на **рис. 6**.

Вторая антенна на диапазон 435 МГц — спиральная с круговой поляризацией, её конструкцию поясняет **рис. 7**. Она выполнена из биметаллического провода диаметром 3 мм. Диаметр спирали — 218 мм, шаг спирали — 165 мм. Рефлектор спиральной антенны — алюминиевый диск диаметром 360 мм и толщиной 1,5...2 мм.

На **рис. 8** показана конструкция узла согласования спиральной антенны. В литературе предлагают согласование с помощью трансформатора в виде вытянутого треугольника. Такой способ годится только при массовом производстве, когда конструкция уже полностью отработана. Я исхожу из того, что при изготовлении в домашних условиях хочется иметь элемент подстройки, чтобы не подрезать и не стачивать этот элемент. Поэтому было использовано согласующее устройство, которое содержит три элемента настройки, с которыми легко работать. Это — два подстроечных конденсатора С2 и С3 от старой ламповой радиостанции Р-105М и один конструктивный конденсатор С1 — алюминиевый уголок размерами 30×60 мм, установленный на расстояние примерно четверть витка от начала спирали. Его положение находят по минимальному показанию КСВ, точную настройку проводят конденсаторами С2 и С3. Конденсатор С1 сначала крепят только одним винтом, поскольку, возможно, придётся его немного сдвигать в процессе налаживания. В точке питания (конденсатор С3) я подключил дополнительный четвертьволновый короткозамкнутый шлейф. Это устраняет заряды статического электричества и индустриальные помехи. Шлейф сделан из отрезка коаксиального кабеля с фторопластовой изоляцией, его длина для частоты 436,8 МГц с учётом укорочения — 121,7 мм. Можно применить и кабель другого типа, просто этот легче и аккуратнее паять, так как он не боится перегрева.

Обе антенны подключают к диплексеру, схема и конструкция которого приведены в [2]. Несущий элемент двух антенн — алюминиевая квадратная труба размерами 15×15 мм. Внутрь этой трубы вклеена деревянная рейка, которая позволяет надёжно с помощью клея фиксировать несущие диэлектрические распорки, к которым крепят проволочные проводники антенн. При соблюдении всех размеров антенна легко настраивается. При налаживании был использован векторный анализатор цепей NanoVNA [3, 4].

Детали крепления элементов можно изменить по своему усмотрению, антенну я изготавливал в домашних условиях, делал как проще, возможно, кто-то найдёт другое более лучшее решение. Успехов в конструировании!

ЛИТЕРАТУРА

1. **Приходько В.** Сумматоры—делители мощности для антенн. — Радио, 2022, № 11, с. 57, 58.

2. **Приходько В.** Двухдиапазонная УКВ-антенна для работы через радиолюбительские спутники. — Радио, 2022, № 9, с. 55—58.

3. Обзор векторного анализатора цепей NanoVNA. — URL: **https://radiochief.ru/radio/obzor-vektornogo-analizatora-tsepej-nanovna/** (28.10.22).

4. Что такое NanoVNA. — URL: **https://www.42unita.ru/upload/medialibrary/6a2/6a26d5ce6837548198a085414d4eb518.pdf** (28.10.22).

# Студенческий радиоклуб "Спорадик"

**В. ПИККИЕВ (RW3WW), г. Курск**

Когда-то в далёком 1965 г. в небольшой лаборатории физики Курского политехнического института в эфире прозвучал позывной студенческой коллективной радиостанции UA3KUM. С тех пор многое изменилось. На базе коллективной радиостанции RW3WWW в 2005 г. создана некоммерческая общественная организация "Курская областная молодёжная спортивная общественная организация "Спорадик", а институт был преобразован в Юго-Западный государственный университет (ЮЗГУ). Основными направлениями деятельности студенческого спортивно-технического клуба являются радиоспорт и туризм. За многие годы студенты участвовали в более чем 700 соревнованиях международного и всероссийского уровня, получили более 300 наград и дипломов, пять спортсменов получили звание "Мастер спорта СССР" и "Мастер спорта России". Руководит и организует мероприятия клуба с 1977 г. Пиккиев Валерьян Алексеевич (RW3WW), кандидат технических наук, доцент, мастер спорта СССР по радиоспорту.


Фото 9

Ежегодно с 1998 г. в период майских праздников и дня Победы студенты молодёжного радиоклуба "Спорадик" проводят туристические радиоэкспедиции по местам боёв Курской битвы. На Тепловских высотах северного фаса Курской дуги организуется работа радиостанции с префиксом RP, развёртывается многодневный базовый лагерь ***(фото 1 на 2-й с. обложки)***, и проводятся радиальные туристические выходы ***(фото 2 и фото 3 на 1-й с.)*** из базового лагеря к памятникам танкистам, артиллеристам, связистам и братским могилам в сёлах Ольховатка, Верхнесмородна и Подсоборовка (Орловская область). Мероприятия радиоэкспедиции проходят традиционно с 8 по 12 мая и включают велопробег из Курска к северному фасу Курской дуги, байдарочный туристический поход по реке Тускарь от Курска до посёлка Свобода, туристический пеший поход из Курска до высоты 274,5 м в районе сёл Тёплое и Ольховатка. Студенты и школьники, принимающие участие в этих мероприятиях, приносят цветы и венки к памятникам и памятным знакам и организуют от этих памятных мест работу в эфире с мобильной коротковолновой радиостанции.

Проекты клуба "Международный радиомарафон "Курская битва-75" и "Комплекс мероприятий в память о событиях и героях Курской битвы" стали победителями конкурса фонда грантов Президента РФ в 2018 г. и в 2020 г. В рамках этих проектов студентами была проведена работа в архивах Минобороны, целью которой стал поиск информации о не получивших широкой огласки событиях Курской битвы и оставшихся невостребованными. Как результат этой деятельности на северном фасе Курской дуги были установлены шесть памятных знаков:

— 19-летнему командиру танка Евгению Лебедеву ***(фото 4 на 1-й с.)*** (установлен около села Молотычи Фатежского района);

— героическому расчёту 45-миллиметрового орудия 84-го ордена Ленина гвардейского отдельного истребительного противотанкового дивизиона 75-й гвардейской стрелковой дивизии, который возглавлял младший сержант Петров Алексей Иванович. Памятный знак ***(фото 5 на 1-й с.)*** установлен около посёлка Поныри по трассе Поныри—Верхний Любаж);

— 102 воинам 140-й Сибирской дивизии ***(фото 6 на 2-й с. обложки)***, останки которых были найдены в местах боёв северного фаса Курской дуги в ходе традиционной Вахты памяти 2017 г. поискового отряда "Курган" под руководством Алексея Сотникова (установлен на северном фасе Курской дуги около мемориала);


Фото 12

— отдельному 38-му мотоциклетному полку, установлен в селе Сергеевка Фатежского района;

— воинам, погибшим на высоте 274,5 м, установлен на окраине села Ольховатка;

— воинам-связистам (***фото 7 на 2-й с. обложки***), установлен на территории посёлка Тазово Золотухинского района.

Студентами были организованы более десятка туристических экскурсий для школьников из отдалённых от областного центра сельских школ по местам боевой славы, где установлены памятные знаки героям и событиям Курской битвы. Более 200 ребят из сельских школ побывали в местах боёв, где похоронены в братских могилах тысячи солдат ВОВ. Школьники познакомились с патриотической деятельностью студенческого клуба и возложили цветы к памятным знакам, установленным студентами клуба. Был проведён международный радиотурнир "Курская битва-77", в течение 2020 г. была организована работа студенческой любительской радиостанции, операторы которой представляли перед мировой общественностью значимость Великой Победы и её героев, а активные участники турнира получили награды.

За 57 лет существования клуба было проведено более 150 туристских многодневных пеших (Ингушетия — ***фото 8 на 2-й с. обложки***, Хибины — **фото 9**), водных (Карелия — ***фото 10 на 1-й с.***), альпинистских радиоэкспедиций по святым и священным местам России, в горы Кавказа, на острова Белого моря, по рекам и озёрам Карелии и Урала, по местам боёв ВОВ. В 2007 г. с самой высокой точки Европы, с вершины Эльбруса, была организована первая радиосвязь (R6SE—RS0ISS) с экипажами Международной космической станции. В активе клуба 13 вершин кавказского хребта в Баксанском ущелье, Ингушетии и перевалов Карельского полуострова в Хибинах. Были организованы четыре радиоэкспедиции для участия в соревнованиях IOTA на острова Белого моря: Соловецкий — RI1SI в 2007 г., Пурлуда — RI1OP — 2009 г., Шоглы — RW3WWW/1 в 2010 г. ***(фото 11 на 2-й с. обложки*** и **фото 12)** и Моржовец (RC3W/1 — 2011 г.). Водные байдарочные радиоэкспедиции проходили в Карелии по Белому морю от Пояконда до Чупа, по озёрам Ладога, Онега, Кереть, Энгозеро ***(фото 13 на 2-й с. обложки)***, Сегеж, в Мурманской области Ловозеро и Сейдозеро, по рекам северного Урала (Вишера) и южного Урала (Ай и Юрюзань). Были организованы радиоэкспедиции в заповедники и православные монастыри России, на культурно-массовые мероприятия и традиционные праздники России.

Более 10 лет команда клуба представляет молодёжное радиолюбительское движение на международном форуме студентов "Славянское содружество". Цель этого проекта — поддержка интеллектуально-творческого развития студенчества и молодёжных инициатив, пропаганда интеллектуального досуга и технических видов спорта. В эфире "Славянское содружество" было представлено специальной любительской радиостанцией R6SC, которая работает с берега Чёрного моря (район Сочи), где располагаются участники форума. За эти годы по эфиру и QSL было получено 25000 приветствий и поздравлений из 135 стран мира. Активно развивается ещё одно направление радиолюбительской деятельности — спортивное радиоориентирование — "Охота на лис" ***(фото 14 на 1-й с.)***.


Фото 16

Актив клуба принимает участие в грантовых конкурсах. В 2018—2020 гг. были получены гранты Президента РФ, направленные на развитие технического творчества молодёжи: "Развитие технической грамотности и творчества подростков и молодёжи" (2018 г.) и "Научно-испытательная площадка технического творчества для подростков и молодёжи" (2019 г.). Грантовые проекты позволили на базе радиоклуба "Спорадик" и при поддержке администрации ЮЗГУ развивать программу молодёжного космического образования в студенческом конструкторском бюро "Инженерно-космическая школа". Уже несколько лет в клубе проходят подготовку команды, участвующие в российском чемпионате "Воздушно-инженерная школа — CanSat в России", организуемый на базе Научно-исследовательского института ядерной физики Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова. Команды школьников и студентов клуба "Спорадик" в течение последних лет являются победителями и дипломантами этого элитного технического конкурса России, а их разработки будут опубликованы в журнале.

Клуб имеет свою спортивно-техническую базу в посёлке Косоржа Щигровского района Курской области на территории местной школы ***(фото 15 на 1-й с.)***. Здесь организована работа коллективной радиостанции RC3W и контест-позиция клуба. База оснащена тремя рабочими местами для участия в международных и всероссийских КВ-соревнованиях разного уровня и антенным полем площадью 0,7 га, где располагаются несколько мачт высотой 20 м с антеннами для КВ-диапазонов (**фото 16**). На УКВ-диапазонах аппаратура и антенны предназначены и для космической радиосвязи ***(фото 17 на 2-й с. обложки)***, что позволяет проводить QSO через искусственные спутники и EME, принимать телеметрию и информацию от спутников дистанционного зондирования Земли. В активе EME-связи более чем со 100 странами мира. На базе располагается приёмная станция для интернет-проектов TinyGS (спутники LoraSat) и Blitzortung (мониторинг погоды для аэропортов).

В эфире часто можно услышать, что радиолюбительство умирает. Но это не так. Надо искать направления, которые заинтересуют молодёжь, которые их увлекают, и найти пути реализации этих проектов. Клуб "Спорадик" — долгожитель в радиолюбительской среде, многолетняя деятельность которого направлена на развитие и создание условий для реализации творческого потенциала молодёжи в соответствии со стратегическими целями и задачами в области молодёжной политики государственных и общественных институтов региона и России. За время существования более 500 выпускников вуза, прошедших подготовку в клубе, связали свою жизнь с инженерным творчеством и профессиональной деятельностью в области проектирования и эксплуатации электроники и радиотехники. Реализация проектов клуба позволяет создать положительное представление о научно-творческой деятельности и занятиях радиоспортом, радиолюбительством и туризмом в целом среди детей и молодёжи. Это является залогом успеха на последующие годы.

Как известно, ни одно большое дело не может жить без девиза, вдохновляющего на новые вершины и подвиги. У нашего коллектива их несколько: "Твоя жизнь — это не часы, это — компас!", "Стань сильнее своих оправданий!", "Всё ещё впереди!".

С более подробной информацией о деятельности клуба "Спорадик" можно ознакомиться на сайтах **http://sporadic.ru** и **http://old.sporadic.ru**.

# Графическое представление данных на миниатюрном дисплее-2

*Д. МАМИЧЕВ, пос. Шаталово Смоленской обл.*

Эта статья продолжает тему, начатую автором в [1]. Речь в ней пойдёт об особенностях использования комплекта OLED-дисплеев с диагональю 0,96 дюйма и разрешением 128×64 пикселов под управлением контроллера SSD1306 с вариантом использования интерфейса I$^2$C. Эти дисплеи широко используются в различных любительских конструкциях вследствие их невысокой стоимости, простоты и доступности сопутствующих управляющих программ.

Ниже перечислены возможные причины и мотивы использования комплекта этих дисплеев (**рис. 1**):

— статичное изображение, которое требует детальной прорисовки и относительно крупных размеров;

— создание анимации, когда движение объекта — это, например, комбинация поступательного и вращательного движения. Для полноценного восприятия желателен протяжённый экран;

— в играх и игрушках часто при использовании одного экрана дополнительная информация (счёт, число неудачных игровых попыток и т. д.) отображается горизонтально сверху или снизу экрана. Удобнее разделить игровое и информационное поле на отдельные экраны;

— необходимость использования экрана кругового обзора, например макет башенных часов, — физическое разделение экрана на части.

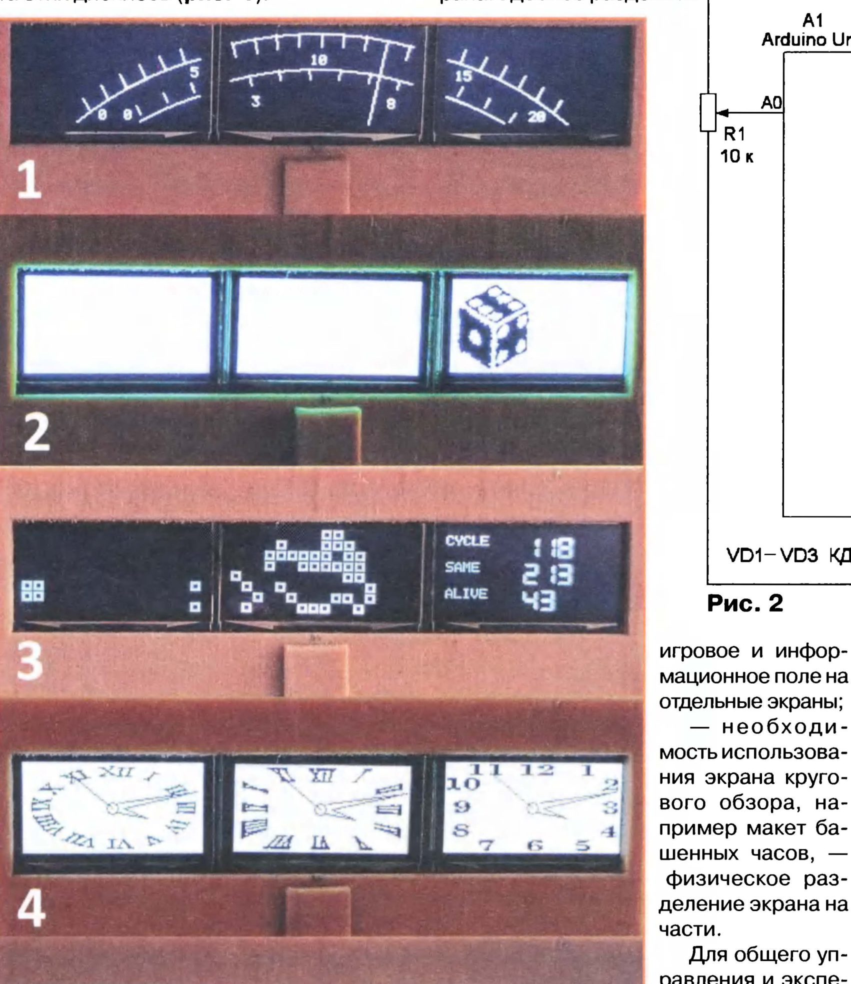


Рис. 1

Для общего управления и экспериментов с комплектом дисплеев и использованием одного модуля Arduino автор выбрал вариант устройства, схема которого показана на **рис. 2**. Концепция аппаратного решения заключается в том, что данные с модуля Arduino (вывод SDA) одновременно могут поступать на большое число дисплеев через развязывающие диоды. Одновременно каждый соответствующий вывод SDA дисплея соединён с управляющим выводом модуля Arduino (выводы 4—6). При появлении на любом из них низкого логического уровня происходит шунтирование передачи данных, и дисплей отключается от управляющего модуля Arduino. Перевод вывода в высокоимпедансное состояние, наоборот, подключает экран к данным. Таким образом, этот вариант требует меньше дополнительных элементов, в отличие от описанного в [1]. К недостаткам следует отнести использование дополнительных управляющих выводов по числу экранов. Так, при использовании шести и более дисплеев рациональней воспользоваться вариантом устройства, схема которого показана на **рис. 3**. Здесь можно подключить до 16 дисплеев, управляя их работой с помощью четырёх выводов модуля Arduino. По заданному адресу на выводах S0—S3 модуля A2 (мультиплексор-демультиплексор) произойдёт соединение входа SIG с одним из выходов C0—C15. Внешний вид этого модуля показан на

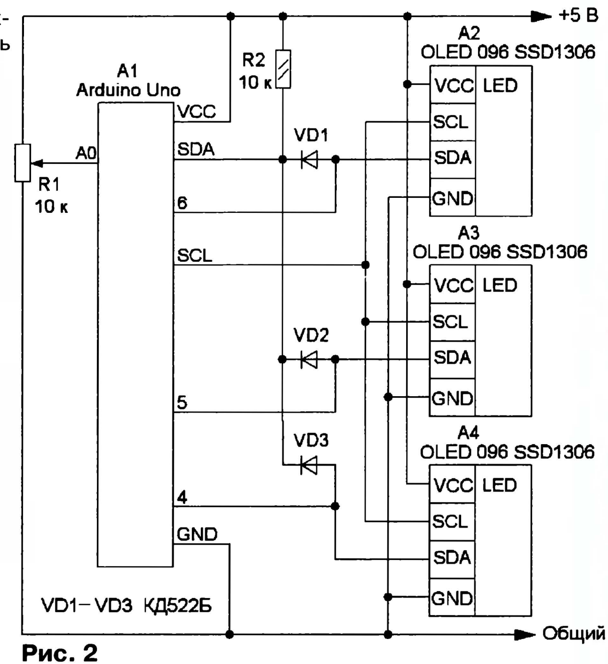


Рис. 2

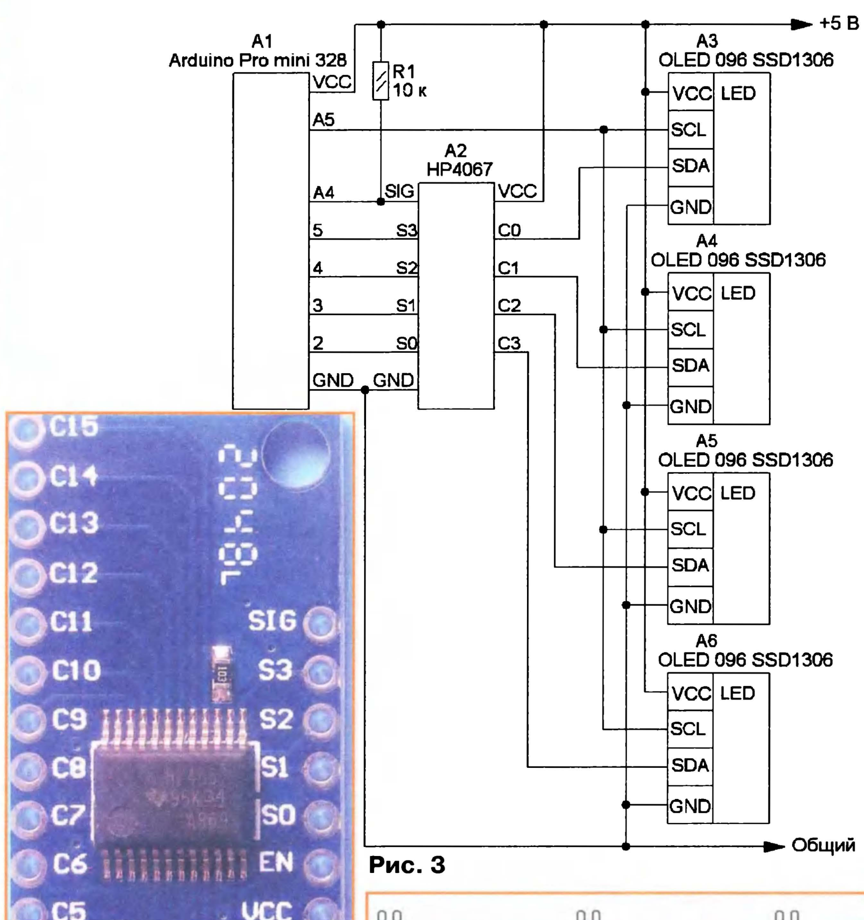



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5

Рис. 6

**рис. 4**. Этот вариант тоже имеет недостаток — нельзя передать данные сразу на все дисплеи, только поочерёдно.

Такие аппаратные вариации требуют минимум изменений в процессе программирования и позволяют полноценно пользоваться готовыми известными библиотеками, рассчитанными на работу всего с одним дисплеем. Задача пользователя сводится лишь к дополнительной коррекции в скетчах экрана, на который выводятся данные. Автор при экспериментировании пользовался библиотекой OLED_I2C с несколькими добавленными шрифтами. Надо заметить, что функции библиотеки корректно отображают графические элементы, в аргументах которых заданы координаты со значениями, далеко выходящими за значения координат экрана (x — от 0 до 127, y — от 0 до 63). Аналогично библиотека позволяет работу с картинками размерами гораздо больше размеров экрана. Всё это упрощает программирование и позволяет создавать относительно сложную анимацию всего с одним исходным рисунком (элемент 5 на рис. 1). Как иллюстрация — короткий скетч "прибытие поезда, его остановка, отправление".

Применение графических примитивов требует использовать координаты точек, их привязок к экранам, задание размеров. Здесь следует обратить внимание на то (**рис. 5**), что координаты одних и тех же точек для разных экранов имеют различные значения в зависимости от вариантов взаиморасположения дисплеев A1—A3. Это нужно учитывать при создании изображений для каждого дисплея. Чтобы не запутаться в числах и точках и сделать код читаемым, удобнее систему отсчёта связывать с одним экраном, например с A1, задавая в координаты точек соседних дисплеев поправки на их расположение. Так, для второго дисплея поправка по оси X составит −128, а для третьего — −256. Запись координат точек тогда примет вид: A (192−128,192); A (192−256,192); B (384−128,0); B (384−256,0) соответственно. И, действительно, 192−128=64, 192−256=-64, 384−128=256, 384−128=256 даёт значения координат по оси X точек A и B для экранов A2 и A3 по рис. 5.

Далее рассмотрим подробнее примеры использования комплекта из трёх экранов. Элемент 1 (см. рис. 1) имитирует стрелочный измерительный прибор с несколькими шкалами. Имитационным движением стрелки управляет переменный резистор R1 (см. рис. 2). Верхняя шкала имеет 20 интервалов между делениями, нижняя — 11. Для визуальной маскировки неоднородности расположения делений шкал из-за щелей-промежутков между экранами, применена отрисовка дуг с различными радиусами. Для внешних экранов — меньшего радиуса (ниже рисок делений), для центрального — большего радиуса (над рисками). В скетче также применены дополнительные условия, исключающие одновременное появление стрелки на двух экранах вблизи щелей.

Элемент 2 (см. рис. 1) имитирует движение — перекатывание игрального кубика с фиксацией выпавшей грани. При повороте вала потенциометра в одну сторону от середины кубик постоянно перекатывается из угла в угол боковых экранов, в другую — останавливается через короткий промежуток времени. Третий элемент — это усложнённый вариант игры "Жизнь", описание которой приведено в статье автора [2]. Здесь добавлено отображение количественных характеристик процесса: число жизненных циклов колонии клеток; число живых клеток в текущий игровой момент времени; число совпадений клеток двух соседних поколений (совпадение 256 приводит к смерти колонии). Также в данном варианте игры расширено игровое поле до двух экранов.

Положение движка переменного резистора задаёт начальную плотность заселения колонии. При установке вала в положениях, близких к крайним, плотность слишком мала или, наоборот, велика, и продолжительность жизненного цикла колонии становится малой. Такую версию игрушки можно использовать в исследовательских играх для детей. Элемент 4 (см. рис. 1) — индикатор механических часов кругового обзора. Внешний вид конструкции макета часовой башни показан на **рис. 6**.

Поскольку дисплеи имеют небольшие размеры, их удобно использовать при изготовлении макетов городской среды, имитируя с их помощью, например, рекламные экраны, информационные табло, витрины магазинов, окна общественного транспорта и т. д.

Фотоизображения труднее всего поддаются выводу на дисплей из-за его малого разрешения и моноцвета. Здесь удобнее пользоваться разного рода стилизациями и преобразованиями исходного изображения (**рис. 7**) для получения приемлемого отображения. Для добавления к чёрно-белому псевдосерых тонов можно воспользоваться алгоритмом рассеивания ошибок Флойда—Стейнберга. Онлайн-конвертер на его основе можно найти в [3]. Ещё один вариант улучшения — использовать графический редактор Paint.NET, пройдя по цепочке: эффекты → художественные → набросок тушью. Убрав опцию "использование цветов" и подбирая уровень настройки "контур", можно получить хорошее исходное силуэтное изображение. Аналогичная цепочка: эффекты→стилизация→барельеф, а уровень "угол" позволяет добиться барельефного изображения исходного рисунка.


**Рис. 7**

Для корректной работы библиотек, таких как **Wire.h, iarduino_OLED.h, U8g2lib.h**, схему устройства по рис. 2 надо изменить, поменяв местами выводы SDA и SCL(SCK) на плате модуля или на дисплеях соответственно.

В конструкциях и экспериментах автор использовал модули Arduino Uno и Arduino Pro mini 328. Подробнее о работе интерфейса I2C можно ознакомиться в [4].

Автор искренне надеется, что читатели предложат собственные вариации использования комплектов других дисплеев на иных библиотеках, в сходных конструкциях, и проект продолжит своё развитие.

ЛИТЕРАТУРА


1. **Мамичев Д.** Графическое представление данных на миниатюрном дисплее. — Радио, 2021, № 10, с. 59—61.

2. **Мамичев Д.** Игрушка-сувенир "Жизнь". — Радио, 2022, № 9, с. 59—61.

3. Онлайн конвертер изображений "Floyd-Steinberg". — URL: **https://duino.ru/oled-sh1106.html/konverter-floyd-steinberg/** (13.07.22).

4. Интерфейсная шина IIC (I2C). — URL: **http://easyelectronics.ru/interface-bus-iic-i2c.html** (13.07.22).


***От редакции.** На нашем FTP-сервере по адресу **http://ftp.radio.ru/pub/2023/01/graf.zip** находятся материалы проекта и видеоролик, иллюстрирующий работу игрушки.*

# Викторина "Arduino: аппаратная часть"


***Р. СЕРГЕЕНКО, г. Гомель, Беларусь***


Система ценностей платформы Arduino базируется на двух основных принципах: Open Software и Open Hardware. Первый из них обозначает открытое программное обеспечение, а второй — открытый аппаратный проект, т. е. программы, схемы, документация, чертежи печатных плат распространяются бесплатно. Имеется в виду, что информация даётся "как есть" (as is), без фирменных гарантий.

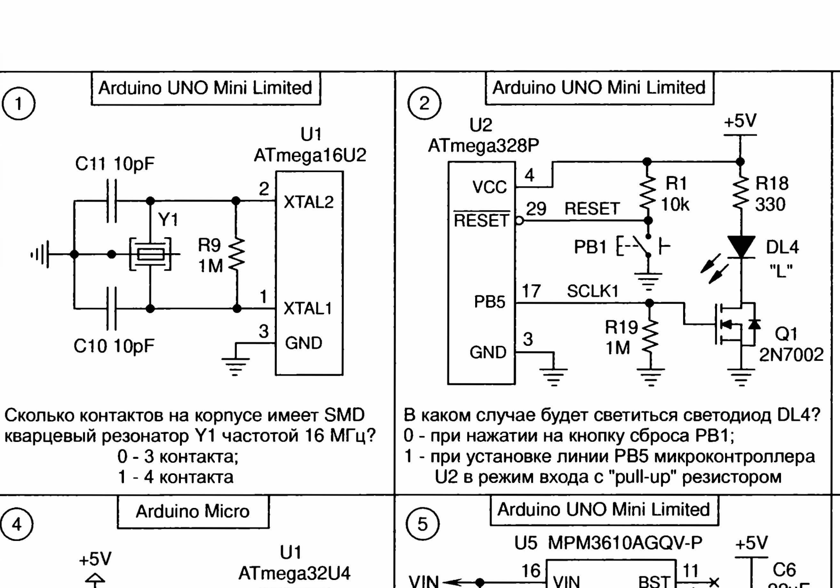
Другим аспектом бесплатной раздачи схем является отсутствие унификации и гостирования. Схемы модулей на официальном сайте **https://docs.arduino.cc** в разделе **Boards** нарисованы авторами из разных стран, у которых имеется своё, специфическое представление об условных графических обозначениях (УГО) и электрических связях между компонентами. Каждая схема — это своего рода квест, шарада, которую радиолюбителю предстоит разгадать. Разобраться в хитросплетениях зарубежных схем поможет настоящая публикация.

По состоянию на конец 2022 г. актуальными являются следующие семейства: Arduino: Classic, MKR, Nano, Portenta, Nicla. Каждое семейство содержит большое число разновидностей собственно модулей (boards), накладных шилдов к ним (shields), плат расширений (carriers), стартовых наборов (kits).

Состав модулей Arduino семейства Classic: UNO R3, UNO Mini Limited Edition, UNO WiFi, Mega 2560, Leonardo, Due, Micro, Yun, Zero. Эти модули считаются классическими и пользуются заслуженной популярностью у начинающих и более опытных ардуинщиков.

В **таблице** показаны фрагменты схем модулей Arduino семейства Classic, нарисованные близко к оригиналам. Почему "близко"? Потому что в оригиналах очень часто соединительные линии, надписи, контуры радиоэлементов накладываются друг на друга в сложный клубок, что затрудняет чтение схемы. В своих разработках лучше применять стандартные гостированные УГО, приведённые, например, на сайте **https://ftp.radio.ru/pub/ugo/**.

На каждый вопрос викторины следует выбрать ответ 0 или 1, после чего записать его в ряд слева направо в виде двоичного числа. Если после перевода в десятичный вид получится 3729, значит, все ответы правильные.

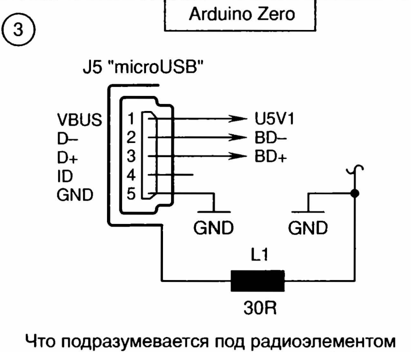



1. Arduino UNO Mini Limited

Сколько контактов на корпусе имеет SMD кварцевый резонатор Y1 частотой 16 МГц?
0 - 3 контакта;
1 - 4 контакта

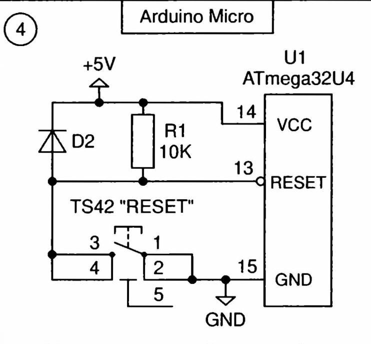
2. Arduino UNO Mini Limited

В каком случае будет светиться светодиод DL4?
0 - при нажатии на кнопку сброса PB1;
1 - при установке линии PB5 микроконтроллера U2 в режим входа с "pull-up" резистором



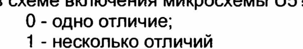

3. Arduino Zero

Что подразумевается под радиоэлементом с позиционным обозначением L1?
0 - дроссель с индуктивностью 30 мкГн;
1 - ферритовый фильтр с импедансом 30 Ом




4. Arduino Micro

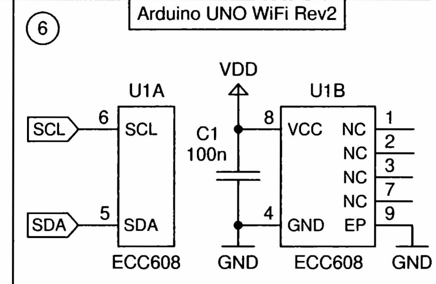
Можно ли контакт 5 кнопки сброса "RESET" подключить к цепи GND?
0 - можно;
1 - нельзя



5. Arduino UNO Mini Limited

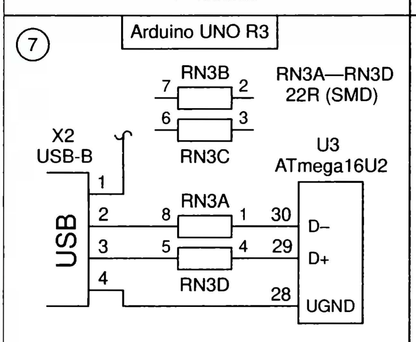
U5 MPM3610AGQV-P
+5V
C6
22µF
VIN
R12
100k
R14
39k
VIN
EN
VCC
AAM
AGND
GND
BST
SW
OUT
FB
NC
R13
100k
R15
19,1k

Сколько отличий от фирменных рекомендаций имеется в схеме включения микросхемы U5?
0 - одно отличие;
1 - несколько отличий



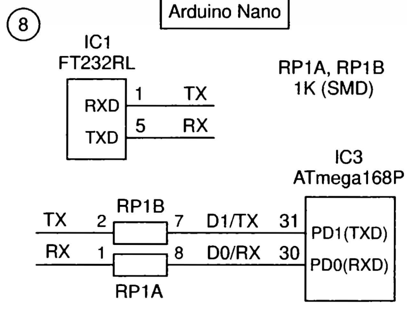

6. Arduino UNO WiFi Rev2

Микросхема U1 ECC608 (чип аутентификации) изготавливается в двух вариантах корпусов. Микросхема в каком корпусе используется в рассматриваемой схеме?
0 - в корпусе UDFN-8;
1 - в корпусе SOIC-8



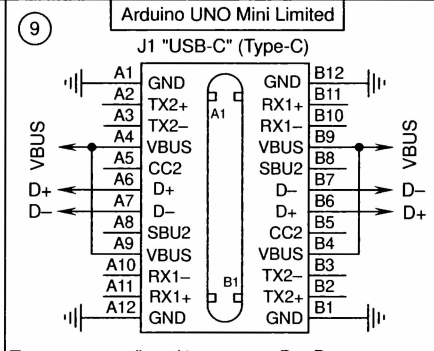

7. Arduino UNO R3

Почему применяется сборка SMD-резисторов RN3A—RN3D, а не два отдельных SMD-резистора 22 Ом?
0 - причины скорее экономические;
1 - причины скорее технические



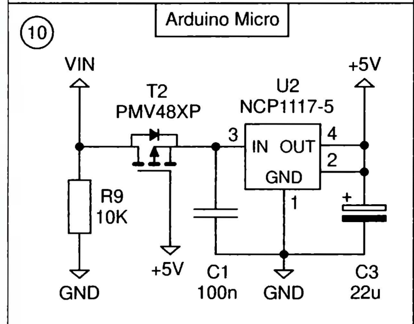

8. Arduino Nano

Почему линия связи с обозначением "RX" подключается к выходу TXD микросхемы IC1?
0 - это опечатка разработчика;
1 - это техническая условность



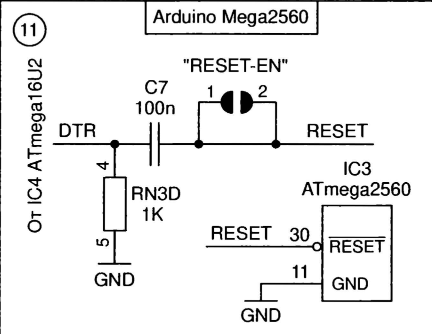

9. Arduino UNO Mini Limited

Почему в разъёме J1 контакты D+, D– расположены крест-накрест, а VBUS, GND — параллельно?
0 - для снижения переходного сопротивления;
1 - для согласования волнового сопротивления



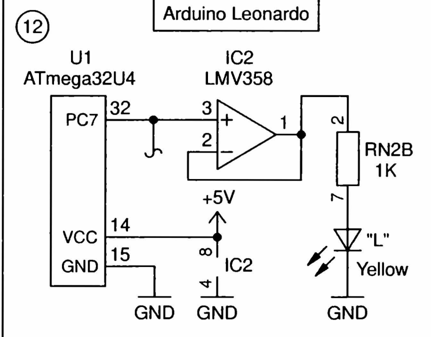

10. Arduino Micro

Какую функцию выполняет полевой MOSFET-транзистор T2?
0 - защита от подачи внешнего напряжения VIN обратной полярности;
1 - ограничение по току при VIN меньше 5 В




11. Arduino Mega2560

Что обозначают на схеме два полукруга с маркировкой "RESET-EN"?
0 - это разъединяемая перемычка;
1 - это реперные площадки на плате




12. Arduino Leonardo

Какое напряжение будет на выходе ОУ (IC2:1) при напряжении 4,9 В на выходе МК (U1:32)?
0 - около 4,7 В;
1 - около 4 В

# Молодёжный кубок им. А. С. Попова — 2022 год

(см. статью на с. 54)



Команда радиостанции RD8U (слева—направо): к. м. с. Никита Шароваров, к. м. с. Александр Яковченко и к. м. с. Иван Зайцев.



Команда радиостанции UA4S (слева—направо): Иван Бебенин (11 лет), Данила Василенко (11 лет) и помощница, болельщица, сестра участника соревнований Венера Василенко (7 лет).



Игорь Филоненко — победитель в индивидуальном зачёте.



Команда радиостанции RK0AZC (слева—направо) Владислав Ермолович, Иван Грохольский, Илья Першин, (на заднем плане) Пётр Петрович Бобровский (RX0AE).



# РАДИО 2023

## ЯНВАРЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

## ФЕВРАЛЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | | | | | |

## МАРТ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | |

## АПРЕЛЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

## МАЙ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | | | | |

## ИЮНЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |

## ИЮЛЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 1 | 2 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | | | | | | |

## АВГУСТ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| 28 | 29 | 30 | 31 | | | |

## СЕНТЯБРЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |

## ОКТЯБРЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

## НОЯБРЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | | | |

## ДЕКАБРЬ

| Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |